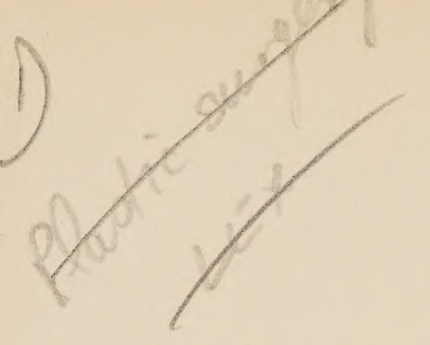












WIEDERHERSTELLUNGS-CHIRURGIE

VON

PROF. Dr. ERICH LEXER
GEHEIMEM MEDIZINALRAT,
DIREKTOR DER CHIRURGISCHEN UNIVERSITÄTS-KLINIK ZU JENA

ERSTER ABSCHNITT

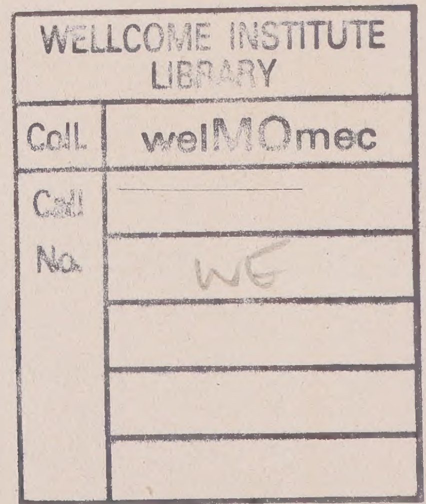
BESEITIGUNG VON GEWEBSDEFEKTEN

MIT 235 ABBILDUNGEN IM TEXT



LEIPZIG
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH
1919

Inhaltsverzeichnis.



Einleitung.

Unter Wiederherstellungschirurgie Kriegsverletzter sind der Hauptsache nach diejenigen Operationen zu verstehen, welche berufen und imstande sind, Funktion und äußere Form wiederzugeben oder wenigstens zu verbessern und damit die Folgen der Verwundung bis zu einem gewissen Grade von Arbeitsfähigkeit, bestenfalles bis zur völligen Felddienstfähigkeit zu beseitigen.

Als Vorarbeiten sind wohl die Wundbehandlung und alle Eingriffe wichtig, welche wegen schwerer akuter oder chronischer Wundinfektionen ausgeführt werden müssen, aber zur eigentlichen Wiederherstellungschirurgie gehören sie nicht.

Die Hauptarbeit fällt demjenigen Gebiete der Chirurgie zu, das zugleich das lohnendste, reichhaltigste und schwierigste ist, dem Gebiete, das schon vor dem Kriege bei uns in Deutschland zu hoher Blüte und Entwicklung gelangt war, wie es sich deutlich am letzten internationalen Chirurgen-Kongreß in New-York, April 1914, gegenüber dem, was die Chirurgen anderer Länder brachten, gezeigt hat. Es ist dies das Gebiet der plastischen Chirurgie im allgemeinen und der freien Gewebsverpflanzungen im besonderen. Wenn es auch in ruhigeren Zeiten dem Feldchirurgen möglich war, einzelne hierhergehörige Operationen in gut eingerichteten Kriegslazaretten auszuführen, wozu auch ich verschiedentlich Gelegenheit hatte, so ist doch die Wiederherstellungschirurgie das eigentliche Feld des Heimatchirurgen, denn es beginnt erst mit der endgültigen Vernarbung der Wunde. Wer sich schon im Frieden auf dem großen Gebiete reichlich betätigt hatte, konnte im Kriege bald erkennen, welch hohe Bedeutung ihm für die Kriegschirurgie in der Heimat zukam. Mit der Reichhaltigkeit des Materiales und der Fülle von neuen Aufgaben konnten sowohl alte, bisher aber nur an wenigen Friedensfällen erprobte Verfahren den Weg zur allgemeinen Anerkennung finden, als neue Methoden auf dem Boden der alten sich entwickeln.

Außerordentlich groß ist dadurch das ganze Gebiet der Wiederherstellungschirurgie geworden und ungemein segensreich sein Nutzen; denn ihm ist es zu danken, daß so viele Verletzte wieder dienstfähig eingereiht werden konnten oder als arbeitsfähig imstande sind, durch eigene Arbeit sich zu ernähren. Freilich, leicht ist diese Chirurgie nicht, und die Erfolge sind oft erst nach schwerer Mühe und nach manchen Mißerfolgen zu erkämpfen, aber kein Lohn, keine Anerkennung ist größer und wohltuender als der bescheidene Dank eines wiederhergestellten Schwerverletzten, der wieder im Felde oder in der Arbeit steht. Der Blick aber, der im Vergleiche mit der Kriegschirurgie des vorigen Jahrhunderts mit berech-

tigtem Stolze an dem Erreichten haftet, sieht auch die vielen Aufgaben, welche heute noch nicht zu bewältigen oder überhaupt niemals zu erfüllen sind.

Der Allgemeinheit der Ärzte sind die zur Wiederherstellungschirurgie gehörigen Operationen wenig bekannt, trotzdem sie schon vor dem Kriege vielfach ihre Proben abgelegt hatten. Wäre es anders, so gäbe es nicht so viele Kriegsverletzte, an denen jeder Versuch einer Wiederherstellung unterblieben ist, und man hörte nicht so oft, daß ein Arzt von jedem Versuch als aussichtslos abgeraten hat.

Deshalb habe ich überall, wo mich meine Kriegstätigkeit hinführte, schon zu Beginn des Krieges im Hamburger Marinelazarett, dann im Felde in Kriegslazaretten, ebenso in der Heimat, mich bemüht, durch Operationen und Vorträge die Kenntnis von den wichtigsten Wiederherstellungsarbeiten zu verbreiten und für sie zu werben, damit vor allem die Ärzte wissen, was alles den Mitteln der heutigen Chirurgie zugänglich ist, und die Fachgenossen erfahren, welche Technik uns zum Ziele führte. Demselben Zweck dienen die vorliegenden Zusammenfassungen, die einer Anregung nach meinem in München am 10. 4. 1918 vor dem Landesverband der bayrischen Ärzte gehaltenen Vortrag ihre Entstehung verdanken. Da in der plastischen Chirurgie jeder Chirurg seine Eigenart erkennen läßt und manche bewährte Verfahren im Schoße meiner Klinik entstanden sind, so sollen hier an erster Stelle die von mir gebräuchlichen Operationen Berücksichtigung finden, auf andere Methoden aber nur eingegangen werden, wo es nötig erscheint, unser abweichendes Vorgehen besonders zu begründen.

Es ist nicht leicht, einigermaßen erschöpfend das große Gebiet zu durchmessen, ohne sich allzusehr in Einzelheiten zu verlieren. Am geeignetsten erscheint mir die Einteilung in 3 Gruppen von Operationen, je nachdem es sich um Ersatz von Defekten einzelner Gewebsarten handelt oder um die Beseitigung von funktionsstörenden Verwachsungen, oder schließlich im Gesicht um Entstellungen durch beide, durch Defekte und narbige Verzerrungen.

Als 4. Gruppe ließen sich die plastischen Operationen an den Amputationsstümpfen angliedern, wie sie zum Zweck guter Belastungsfähigkeit, ferner zur Verlängerung zu kurzer Stümpfe oder zur aktiven Gebrauchsfähigkeit von Kunstgliedern nach Sauerbruch, Krukenberg u. a. vorgenommen werden, doch ist über diese plastischen Operationen in der letzten Zeit schon vielfach ausführlich berichtet worden, auch liegt der Schwerpunkt dieser neuen, noch nicht abgeschlossenen Bestrebungen, abgesehen von der Geschicklichkeit der Operierten, fast mehr in der Herstellung zweckmäßiger Ersatzglieder als in der plastischen Operation selbst.

Erster Abschnitt.

Die Beseitigung von Gewebsdefekten.

I. Knochendefekte.

Unter den Gewebsdefekten spielt an erster Stelle der Knochendefekt eine große Rolle, sei es, daß er sich unmittelbar oder mittelbar der Verletzung anschloß oder sich erst bei der Operation von schlecht geheilten Brüchen oder von Pseudarthrosen ergibt. Die starke und weitgehende Zersplitterung der kompakten Teile des Knochensystems und die Zermalmung der spongiösen Abschnitte infolge der erheblichen explosiven Kraft der modernen Geschoßarten und Geschoßteile, zum Teil auch infolge des Überhandnehmens der Verletzungen durch Explosivgeschosse ist die wichtigste Ursache für das häufige Vorkommen von Knochendefekten und Pseudarthrosen. Dazu kommt aber noch als zweite das Vorherrschen der primären Wundinfektion im jetzigen Kriege, wenigstens beim Landheere. An sich wäre eine weitgehende Zersplitterung des Knochens kein Grund für das Auftreten eines Knochendefektes, da von allen Einzelteilen der Splitterung eine Regeneration erfolgen kann. Daß man dies so selten sieht, ist in der explosiven Kraft der Geschosse und Geschoßteile begründet, durch welche die einzelnen Knochensplitter gänzlich aus ihrem Zusammenhang mit der Umgebung gelöst werden und diese infolge gewaltiger Zerreißungen einer weitgehenden Vernarbung zum Opfer fällt, so daß auch bei günstiger Wundheilung die Ernährung fehlt, welcher die Regeneration bedarf. So kommt es, daß die knochenbildende Kraft der Knochenstümpfe in der Regel bald erlahmt und eine Pseudarthrose mit verschieden großem Defekt die Folge ist. Meist sieht man nur an Knochenabschnitten, deren Oberfläche durch Sehnenansätze, wie am Unterkiefer, namentlich im Gebiet der Kaumuskeln, ferner an der Darmbeinschaufel u. a. in sehr inniger und fester Verbindung mit der Umgebung steht, auch nach breiter Zersplitterung eine für den Defektersatz genügende Knochenneubildung zustande kommen, vorausgesetzt natürlich, daß nicht das zweite Hindernis der Knochenregeneration, eine schwere Wundinfektion mit ihrer Wirkung eingesetzt hatte. Die akute und eitrige Jauchung des verletzten Gebietes mit der durch sie bedingten Einschmelzung der Gewebe und mit Thrombose der ernährenden Gefäße bedingt den Tod der losgerissenen Splitter, da sie ihnen jede neue Ernährungsquelle verwehrt, und erstickt das Auskeimen jedes, vielleicht noch lebenskräftig übriggebliebenen Periostfetzens. Die Operationen, welche wegen der schweren Wundinfektionen nötig sind, entfernen daher mit Recht die völlig gelösten

Knochensequester. Manchmal mag auch in der Sorge um die Erhaltung des Lebens oder des Gliedes die Entsplitterung zu weitgehend bei der Eröffnung der Zertrümmerungshöhle vorgenommen werden und somit auch die Entstehung des Knochendefektes im gewissen Grade künstlich bedingt sein, doch ist in schweren Fällen selbstverständlich der Gedanke an die spätere Folgen Nebensache. Anders steht es mit der chronischen Eiterung, wie sie durch zurückbleibende Knochensequester unterhalten wird; denn sie übt in dem Zustande der Gewebswunde, in welchem bereits die regenerierenden Kräfte die Überhand gewonnen haben, einen für die Knochenbildung fördernden Reiz aus. Um die Quelle solcher Knochenfisteln zu beseitigen, genügt es, die Granulationsherde und Sequester aufzusuchen und zu entfernen. Selbst wenn dies mehrfach geschehen muß, ist diese schonende Operation besser als die ausgedehnte Freilegung und Resektion.



Fig. 1. Selbstüberbrückung eines Knochendefektes.

Daß eine kräftige Überbrückung von Knochendefekten aber auch bei Röhrenknochenzersplitterungen vorkommen kann, hat uns manches Beispiel gezeigt, selbst wenn sich Splitter eitrig abstießen. Jedoch kam dies nur vor, wenn bei der Entfernung eines sequestrierten Splitters vorsichtig vorgegangen worden war.

Fig. 1 zeigt ein solches Beispiel. Der Patient war am 15. 8. 1916 durch Querschläger am linken Oberarm verletzt worden. Er hatte eine ausgedehnte Splitterfraktur samt Radialislähmung. Lange Zeit wurde er mit Schienenverbänden behandelt, einige Male wurden Sequester entfernt und die Fisteln ausgekratzt. Bei seiner Verlegung nach Jena am 21. 10. 1918 zeigte er einen nichtverkürzten Oberarm in guter Stellung fest verheilt, jedoch mit mehreren Fisteln versehen. Im Röntgenbild sieht man deutlich sequestrierte Splitter innerhalb des Defektes liegen, jedoch auch eine breite Brücke, die von einem abgesplitterten Teil des oberen Endes ausgehend, sich breit mit dem unteren Fragment in Verbindung gesetzt hat.

Jeder, noch so große traumatische Knochendefekt läßt sich heutzutage operativ ersetzen, freilich nur bei richtig gestellter Indikation und richtiger Technik.

Zur Indikationsstellung ist bei den Kriegsverletzungen die Frage wichtig, von welchem Zeitpunkte ab die Operation vorgenommen werden kann; denn ihr Gelingen setzt, mag sie nun durch gestielte oder ungestielte Knochenplastik erfolgen, voraus, daß die Einheilung ungestört durch schwere Eiterung erfolgen kann; aber die Narbenmassen der Gewebe beherbergen noch lange Zeit Infektionskeime, ganz abgesehen von Fremdkörpern. Die äußere Vernarbung und fistellose Ausheilung ist kein Beweis für das Fehlen der ruhenden Infektion im Gewebe. Schon im Anfang des Krieges habe ich systematische bakteriologische Untersuchungen durch Verimpfungen von Gewebsstücken aus der Tiefe der Defekte vornehmen lassen und war erstaunt über die Flora der verschiedensten virulenten Keime. Sie fanden sich reichlich und regelmäßig, wenn die Narbe noch nicht länger als mehrere Wochen verschlossen war, seltener nach Verlauf eines Vierteljahres. Aber hieraus die Folgerung zu ziehen, daß nach ¼ Jahr ohne Gefahr operiert werden könne, wäre falsch, denn auch noch nach ½ Jahr kann die innere Narbe hochvirulente Bakterien beherbergen. Es ist jedoch bei vielen Fällen unmöglich, noch längere Zeit mit der Wiederherstellung des Knochens zu warten; Muskelverkürzungen, Gelenkversteifungen würden sich geltend machen, oder in ruhigstellenden Verbänden die Muskulatur schwinden.

Ich bin daher schon früh zur zweizeitigen Operation übergegangen. Nachdem durch einen tiefen Schnitt der Knochendefekt freigelegt ist, wird namentlich da, wo in der Narbe feine Schmutzpartikel oder Fremdkörper zu sehen sind, ein aus der Tiefe entnommenes Narbenstück auf Nährböden verimpft. Nachdem die schmutzigen Narbenmassen überall ausgeräumt sind, bleibt die Wunde, ebenso wie bei dem Vorhandensein von eitrigen Granulationsherden oder Sequestern, offen, d. h. sie wird locker mit Jodoformgaze ausgefüllt und der Granulationsheilung zugeführt. In der Regel sieht man schon am nächsten Tage eine starke eitrige Sekretion auftreten, unter welcher die zurückgebliebenen Narbenmassen einschmelzen und kleine Fremdkörper oder Sequesterreste sich abstoßen. Der Züchtungsversuch ergibt in solchen Fällen dementsprechend das Vorhandensein aller möglichen Eiter- und Fäulniserreger. Erst wenn wiederum die Wunde vollständig geschlossen ist, wird die Freilegung wiederholt. Es ist mir nur zwei Mal bei Granatschußdefekten am Oberarm vorgekommen, daß auch bei der zweiten Freilegung das Vorhandensein von Schmutzteilen und Infektionsmaterial den Knochenersatz unmöglich machten. Erst die dritte Operation führte zum Ziele. Sind auf den angelegten Kulturen in 24 Stunden Bakterien nicht gewachsen, so fehlt auch in der tamponierten Wunde der eitrige Belag, und es ist nicht selten möglich, dieselbe durch sekundäre Naht zu verschließen. Bei geringer Eiterung führen reizende Stoffe wie rote Quecksilbersalbe, essigsaure Tonerde, namentlich aber die den Saftstrom aus dem Gewebe anregende Zucker-

behandlung rasch zum Verschluß der Wunde. 2 Wochen später läßt sich ohne Gefahr der Knochenersatz ausführen.

Zur richtigen Indikation gehört auch die Forderung, daß der Knochendefekt nicht von vernarbten Weichteilen und Haut, sondern von gut ernährtem Gewebe und normaler Haut bedeckt sein soll. Wo diese zuverlässige Decke fehlt, muß erst nach Exzision der Narbe durch gestielte Plastik aus der Nähe oder aus einem entfernten Körperteil eine solche hergestellt werden, ebenso da, wo durch die Verletzung der Umfang des Gliedes so stark verringert ist, daß die Haut sich nicht ohne Spannung über dem ersetzten Knochendefekt verschließen würde. Daß man den Defektersatz bei chronischem Ekzem, bei vorhandener Neigung zur Follikulitis oder Furunkulose nicht vornehmen kann, ist selbstverständlich.

Zum Ersatz eines Knochendefektes kann heute die freie Knochentransplantation als die vorherrschende Operation angesehen werden. Sie ist fast überall viel weniger eingreifend als die gestielte Verpflanzung, d. h. als die Verpflanzung eines Knochenabschnittes der Umgebung, der mit Hülfe eines ihn ernährenden Weichteilstieles verschoben wird. Seit ich vor 12 Jahren, ohne Rücksicht auf die damals noch schwebenden histologischen Streitfragen, klinische Versuche mit sehr ausgedehnten freien Knochenverpflanzungen vorgenommen habe, sind alle geeigneten Knochendefekte ebenso wie die Pseudarthrosen und die der blutigen Vereinigung verfallenden Frakturen in meiner Klinik grundsätzlich derart operiert worden, und ich kann auf Grund dieser Erfahrungen, die sich allein an Röhrenknochen auf über 300 Fälle erstrecken, behaupten, daß die freie Knochentransplantation bei richtiger Technik und Indikation an Sicherheit der allgemein eingebürgerten Epidermistransplantation nicht nachsteht. Freilich ist sie etwas schwieriger als diese.

Für die Technik gelten alle Grundregeln der freien Gewebsverpflanzungen. Wichtig ist vor allem peinlichste Aseptik und Blutstillung, damit das Transplantat den Anschluß an die Ernährung findet. Wo an der Außenseite des Knochens durch Sickerblutung aus dem Gewebe die erste Verklebung verwehrt wird, bleibt die ernährende Verbindung aus. Es bildet sich hier Granulationsgewebe, dem allmählich auch die kompakte Substanz größerer Transplantate zum Opfer fällt, so daß es zur Fraktur kommt. Bricht oder schwindet ein Knochentransplantat nach entzündungsloser Einheilung, so ist häufiger die Ausführung der Operation als das Transplantat selbst oder der Mutterboden an dem Mißerfolg schuld. Auch in die Markhöhle eingekeilte Knochenstücke können sich lockern und im Röntgenbild mit einem, wahrscheinlich Granulationen entsprechenden Hof umgeben, doch kommt letzterer Fall eher in Frage nach der Vereinigung von Frakturen durch Knochenbolzen, wenn sie in der Zeit der größten Gefäßentwicklung am Knochenende vorgenommen war, wie sie nach Tierexperimenten

wahrscheinlich in der 4. Woche vorhanden ist. An den Knochenstümpfen von Pseudarthrosen oder größeren Knochendefekten nach Schußverletzungen ist dies Ergebnis kaum zu erwarten, da ja die knochenbildende Tätigkeit der Knochenstümpfe erlahmt ist, woraus man allein schon auf eine schlechte Gefäßversorgung schließen kann.

Ebenso wichtig ist die Fernhaltung jeder Schädlichkeit für das Transplantat, wie sie ebenso durch Eintrocknen an der Luft, durch Berührung mit chemischen Flüssigkeiten, durch Schädigung der oberflächlichen Zellen bei der Entnahme, letzteres durch die Verbrennungen beim Aussägen statt Ausmeißeln, gegeben sind.

Das autoplastische Material hat im allgemeinen den Vorzug vor dem homoplastischen. Wenn letzteres dem ersteren auch an Einheilungsmöglichkeit und Substitutionsfähigkeit nahe steht, so gilt dies doch nur für Knochendefekte mit einer gesunden, in der Ernährung nicht geschädigten Nachbarschaft. Bei den Schußverletzungen ist jedoch immer mit einer verminderten Ernährung aus den vernarbten Weichteilen zu rechnen. Das körpereigene Knochengewebe wird außerdem rascher lebender Anteil des neuen Standortes als das von einem anderen Menschen stammende. Man sieht dies im Röntgenbild, abgesehen von dem immer kräftiger werdenden Knochenschatten, noch daran, daß etwa nach einem Jahr die gradlinigen Konturen verschwinden und einer etwas gewundenen Zeichnung Platz machen. Wo sich die ersteren dauernd erhalten, ist eine tote Einheilung als umkapselter Fremdkörper zu vermuten, wie dies z. B. auch bei der von Küttner vorgenommenen Verpflanzung von Affenknochen zu erkennen ist. Bei den Kriegsverletzungen ist also fast durchweg die Autoplastik vorzuziehen.

Am häufigsten wird für die Knochendefekte ein periostgedecktes Knockenstück benötigt, da ja in den Defekten kaum mehr Reste von wucherungsfähigem Periost zu erwarten sind. Bei der Entnahme aus der Tibia ist von verschiedenen Seiten über die später erfolgte Fraktur an der Entnahmestelle berichtet worden. Daß sie mir noch niemals vorgekommen ist, kann ich nur durch die geübte Technik begründen. Das Knochenstück wird niemals ausgesägt, denn die dabei entstehende Hitze schädigt nicht nur die oberflächlichen Zellen des Transplantates, sondern auch die des geschaffenen Knochendefektes. Das Ausmeißeln geschieht mit sehr feinen Meißeln, wodurch jede Splitterung vermieden wird. Ist die nötige Form des Knochens vorgemeißelt, so läßt sich das umgrenzte Stück ohne Splitterung heraussprengen. Die Meißel dürfen nicht mit ihrer ganzen Breite, sondern nur mit der einen Ecke angesetzt werden (s. Fig. 2 u. 3). Die Freilegung der Tibia geschieht nicht mit einem Lappenschnitt, sondern mit einem flachen Bogenschnitt, damit die Ernährung der Haut möglichst wenig geschädigt wird. Über dem sekundären Defekt wird die Haut vollständig vernäht. Tamponade würde die Regeneration hindern. Für

Fig. 2. Ausmeißeln eines periostgedeckten Tibiaspanes.

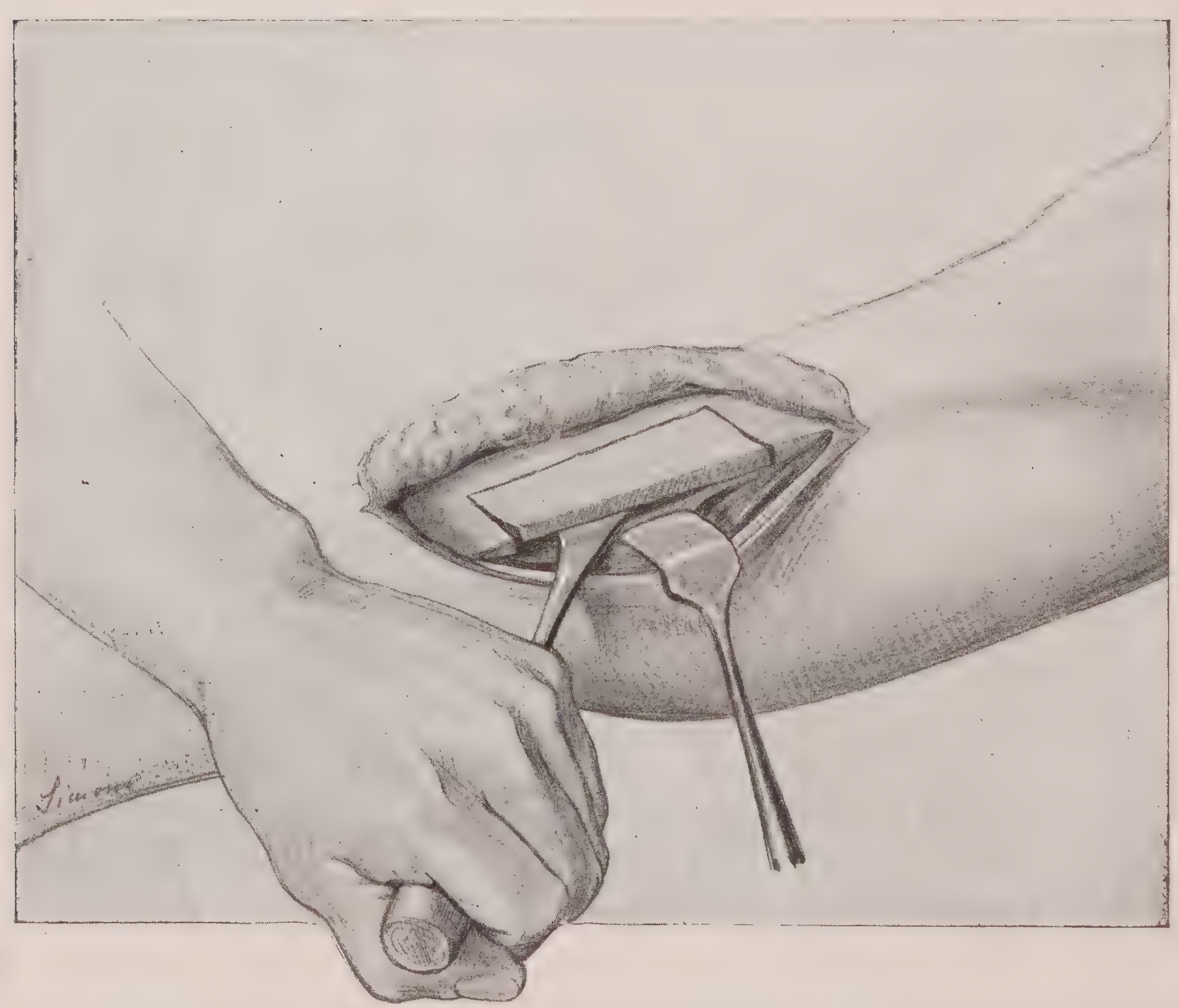


Fig. 3. Ausschlagen des ummeißelten Spanes.

periostlose Bolzen eignet sich die Fibula, deren sekundärer Defekt frühestens nach 12 Wochen von dem zurückbleibenden Periost aus regeneriert sein kann, für den Unterkiefer neben der Tibia auch die Rippen, die Darmbeinschaufel, der Schulterblattrand, für Schädeldefekte die Tabula externa oder das Schulterblatt.

Die Vereinigung der Transplantate mit den Knochenenden muß sowohl sehr fest sein als eine breite Berührungsfläche bieten, letzteres wegen der besseren und rascheren Knochenvereinigung, ersteres, damit möglichst früh mit Bewegungen und leichter Belastung begonnen werden kann, denn der funktionelle Reiz, der dadurch ausgeübt wird, ist ein wichtiges Hilfsmittel zur Knochenregeneration, sowohl an den Stümpfen wie am Transplantat.

Sehr empfehlenswert ist es, einige Tage vor der Vornahme der Operation die Defektstümpfe durch eine geringe Röntgendosis (Reizdosis) zur Wucherung anzuregen.

Es kommt nach Schußverletzungen, auch wenn man die Vorsicht der zweizeitigen Operation befolgt, vor, daß gelinde oder heftige Eiterungen auftreten und zu Fistelbildungen führen. Mit einem lebenden Einheilen der ganzen Transplantate ist hier nicht zu rechnen. Teilweise oder ganz gehen sie als Sequester zugrunde, werden ausgestoßen oder resorbiert. Als vollkommen falsch muß ich es aber bezeichnen, wenn man sofort nach dem Auftreten einer Fistel das Knochenstück entfernen will, denn sehr häufig wird der Endzweck der Operation, die knöcherne Überbrückung des Defektes trotz dieser Fisteleiterung und trotz der Sequestrierung des Transplantates doch noch erreicht, wenn man nur dafür sorgt, daß der sich bildende Eiter gut abfließt, indem man die Fisteln gut offen hält, damit größere Eiteransammlungen im ehemaligen Defekt vermieden werden. Solche chronischen Fisteleiterungen, die von dem toten Knochen weiterhin unterhalten werden, regen nicht nur die Periostreste einschließlich des vielleicht in Verbindung mit der Nachbarschaft getretenen Transplantatperiostes zur Knochenwucherung an, sondern auch das parostale Bindegewebe. Erst wenn man im Röntgenbild sieht, daß sich eine kräftige Sequesterlade gebildet hat, ist der Rest des Knochenstückes oder sein abgestorbener Teil zu entfernen (vergl. S. 43 und Fig. 58 u. 59).

1. Röhrenknochendefekte.

Die Operation von Defekten der Röhrenknochen ist die gleiche wie die bei Pseudarthrosen, bei denen sich die zur Knochenneubildung unfähigen Enden berühren, schon deshalb, weil nach ihrer Anfrischung Defekte vorhanden sind und ihr unmittelbares Zusammenfügen Verkürzungen entstehen lassen würde. Die Operation unterscheidet sich bei beiden nur dadurch, daß man bei Defekten fast ausschließlich periost-

gedeckte Knochenstücke verwendet, denn auch das im Defektbereich nach Verletzungen übriggebliebene Periost ist für die Regeneration unzuverlässig; dagegen habe ich für das unmittelbare Zusammenfügen von Diaphysenstümpfen als Knochenbolzen stets nur periostlose Stücke aus der Fibula verwendet. Bemerkenswert ist auch, daß nach den Brunschen Untersuchungen periostbekleidete Bolzen in der Markhöhle kein festes Zusammenwachsen finden. Wird an Stelle der Bolzen bei zusammenfügbaren Stümpfen ein Knochenstück zur äußeren Schienung verwertet, so ist es ähnlich wie beim Defekt mit Periost auszustatten. Genau ebenso wie bei Defekten und Pseudarthrosen verfahre ich bei der blutigen Vereinigung von Frakturen wegen schlecht auszugleichender Verschiebungen oder nach Heilung in schlechter Stellung. Namentlich die mit starker Verschiebung geheilten Brüche beschäftigen die Wiederherstellungschirurgie sehr häufig, zumal ja bei schweren Eiterungen die Sorge um die Richtigstellung der Fragmente oft Nebensache ist oder nicht genügend berücksichtigt werden kann. Ohne Zwang läßt sich ihre Operation hierher rechnen, um so mehr, als es sich dabei sehr häufig auch um den Ersatz von Defekten handelt.

Die Freilegung der Knochenstümpfe geschieht, wo es die anatomischen Verhältnisse erlauben, mit einem nicht schichtweise geführten, sondern sofort tiefgehenden Schnitt. Nachdem man das Messer eine Strecke weit oberhalb des zentralen Stumpfes bis auf den Knochen aufgestoßen hat, senkt man es in den Defekt und läßt den Schnitt unterhalb des unteren Stumpfes enden, sodaß alle Weichteile glatt durchschnitten sind und gleichzeitig die periostale oder narbige Bedeckung der Stümpfe durchtrennt ist. Sodann hebelt man mit einem breiten Elevatorium von der Periostinzision des Knochenstumpfes Knochenhaut und Narbe von diesem ab, damit das Periost überall in guter Verbindung mit den Weichteilen bleibt. Der so entblößte Knochenstumpf wird sodann mit einer Knochenzange aus seinem Periostschlauch herausgedrängt. Auch die weitgehenste derartige Entblößung des Knochens schadet nicht, regt sogar im Gegenteil eine kräftige Kallusbildung an, wenn das Periost nicht von den Weichteilen losgetrennt wird. Erst wenn beide Stümpfe derart vorbereitet sind, erfolgt die Entfernung aller Narbenmassen aus dem Defekt, bis möglichst gesundes und gut blutendes Gewebe erreicht ist. Der Unterbindung aller spritzenden Gefäße, auch der feinsten Blutpunkte, die mit ganz feinen Schiebern gefaßt werden, folgt die feste Tamponade durch mit heißer Kochsalzlösung getränkte Gaze. Darauf werden die Knochenstümpfe in verschiedener Form angefrischt, je nach der Vereinigungsart des Transplantates. Diese Anfrischung soll von den Stümpfen das schlecht ernährte und deshalb zur Regeneration kaum fähige Knochengewebe entfernen und möglichst breite Berührungsflächen mit dem Transplantate schaffen.

Für Röhrenknochendefekte bieten Späne aus dem Schienbein desselben Kranken, bekleidet mit Periost, das beste Material.

Die Vereinigungsart ist verschieden, je nach der Form der Knochenstümpfe. Vor allem werden Nägel und Schrauben ebenso vermieden wie die Drahtnaht, höchstens wird die Drahtumschlingung (ohne Durchbohrung des Knochens) verwendet. Ich habe schon vor vielen Jahren darauf hingewiesen, daß bei Knochentransplantationen der schädliche Einfluß der den Knochen durchbohrenden Metalle sich besonders geltend macht, da das Knochengewebe in ihrer Umgebung zugrunde gehen kann. Auch die Drahtumschlingung heilt nicht immer unter narbiger oder kallöser Umbettung ein, doch schadet sie der Verbindung zwischen Knochenstumpf und Transplantat nicht, da sie ja nur außen herumgelegt wird. Für alle Fälle werden die Drahtenden immer an derjenigen Stelle zusammengedreht, von der aus sie später leicht entfernt werden können, falls sie Fremdkörpereiterungen veranlassen sollten. Bei breiten, quer angefrischten Stumpfenden kann man das Transplantat eine Strecke weit in die Markhöhle jeder Seite einkeilen und braucht dann keine weitere Befestigung. An der Außenseite des Stumpfendes läßt sich das Transplantatende seitlich durch Drahtschlingen befestigen, indem man es stufenförmig herrichtet. Dadurch wird gleichzeitig erreicht, daß die Stümpfe auseinandergesperrt werden und von beiden Seiten, schon vermöge der Elastizität der Muskulatur, einen Druck ausüben, was durch die Übertragung eines funktionellen Reizes auf das Transplantat für dessen lebende Einheilung sehr wichtig ist. Damit die Drahtschlingen nicht abgleiten, werden mit einer eckigen Knochenzange sowohl am Stumpfe wie am Transplantat, kurz bevor die Drahtschlingen zusammengezogen werden, kleine Einkerbungen geschaffen. An jedem Stumpfende sind zwei Drahtschlingen notwendig, damit das Zwischenstück eine vollkommen feste Verbindung zwischen ihnen herstellt. Sie muß derart fest sein, daß sich nach dem Einfügen des Knochenstückes der ganze Knochen in seinem Zusammenhang bewegen läßt. Häufig wird der Fehler gemacht, daß das Schaltstück abnorme Bewegungen zuläßt; denn selbst der beste feststellende Verband kann geringe Verschiebungen nicht verhindern, und diese sind sowohl für die aus den Stumpfenden einwachsenden Gefäße als für die von ihnen aus vordringenden zarten Kallusbildungen außerordentlich schädlich. Im übrigen genügen für die Röhrenknochen derartige einfache Vereinigungen vollkommen. Alle komplizierteren Methoden, wie z. B. Verzapfung, werden vermieden, schon um das Transplantat bei der Herrichtung seiner Enden nicht Schädlichkeiten auszusetzen.

Die Übertragung des letzteren geschieht sofort, ohne daß es noch vorher in Kochsalzlösung aufbewahrt wird, denn während der Entnahme wird im Knochendefekt die Blutung auf das genaueste gestillt. Nachdem es zuverlässig befestigt ist, legt man zunächst probeweise die Weich-

teile zusammen und sieht nach, ob die Knochenstümpfe überall gut von dem abgehebelten Periost bedeckt werden und die Weichteile sich ohne Zwischenräume an das Transplantat anschmiegen. Besteht bei querangefrischten Knochenenden zwischen dem Stumpf und dem Zwischenstück eine Stufe, so ist es gut, mit der Lüer'schen Zange den Knochen abzuschrägen, damit hier in dem Winkel zwischen beiden kein toter Raum entsteht. Er würde leicht zur Granulationsbildung Anlaß geben, und an der schlecht ernährten Stelle des Transplantates die Resorption der Substitution voraneilen. Das Periost wird durch feine Katgutfäden über den Knochenstümpfen befestigt, die Weichteile des Defektgebietes werden ebenso wie die hier vielleicht noch vorhandenen Periostreste ebenfalls durch feine Katgutnähte möglichst dicht um das Transplantat herumgelegt. Bei dickeren Weichteilen sind natürlich Nähte in verschiedenen Schichten notwendig. Die Hautwunde wird vollständig verschlossen, darauf mit Blattsilber bedeckt, was den großen Vorteil hat, daß die Nähte viele Wochen liegen bleiben können, ohne zu Stichkanaleiterungen zu führen. Eine Drainage ist bei richtig gestillter Blutung überflüssig und in der Regel durch das Eintreten einer sekundären Infektion gefährlich.

Die geschilderte Vereinigungsart durch einen inneren Bolzen oder eine äußere Schiene übe ich seit vielen Jahren sowohl bei Defekten als bei Pseudarthrosen und der blutigen Vereinigung von Knochenbrüchen. Den verschiedenen Verhältnissen, die sich bei dickeren oder dünneren Diaphysen, bei dem Vorhandensein oder Fehlen von Defekten und durch die verschiedene Form und Anfrischungsmöglichkeit der Stumpfenden ergeben, läßt sich das Verfahren leicht anpassen, wie aus Fig. 4 hervorgeht:

a) Einfache Bolzung eines Schaftquerbruches (Femur oder Humerus) durch ein periostloses Fibulastück.

b) Bolzung mit einem periostbekleideten Knochenstück (aus der Tibia) bei größeren Defekten. Die Knochenstümpfe sind beiderseits abgerundet, damit zwischen den Weichteilen und dem Transplantat kein toter Raum entsteht.

c) Einfache Schienung eines Knochenbruches ohne Defekt (für die Vorderarmknochen). Das periostbekleidete oder auch, bei gut erhaltenem Periost, periostlose Knochenstück wird mit einigen Drahtumschlingungen festgehalten. Damit die Drahtschlingen nicht rutschen, sind mit Hilfe einer eckigen Lüerschen Knochenzange Einkerbungen am Transplantat und an den Knochenstümpfen geschaffen. Eine Durchbohrung des Knochens zum Hindurchführen des Drahtes wird ebenso vermieden wie das Anlegen von Schrauben.

d) Schienung bei Defektersatz in ähnlicher Weise wie bei c.

e) Schienung mit stufenförmiger Gestaltung der Transplantatenden; das obere ist mit zwei Drahtschlingen befestigt, das untere nur in eine Periosttasche hineingeführt, wie ich letzteres am Unterkiefer übe. Die dicker gestaltete, abgestufte Mitte des Transplantates sperrt die Stümpfe auseinander.

f) Stufenförmige Anfrischung der Knochenstümpfe und Vereinigung des genau eingepaßten Transplantates mit ihnen durch Drahtschlingen.

g) Seitliche Vereinigung des Transplantates an dem oberen spitzen Knochenende durch Drahtschlingen, unten (breite Metaphyse) durch Einkeilung.

h) Gabelförmige Anfrischung eines Stumpfendes oder umgekehrt eines Transplantatendes bei sehr abgeschrägtem Stumpf.

i) Beiderseits ist eine Längsrinne an den Knochenstümpfen mit dem Hohlmeißel angelegt worden, in welche das mit Drahtschlingen festgehaltene Transplantat einpaßt.

k) Verriegelung aus eigenen Mitteln der Stümpfe. Aus dem einen Stumpf wird eine lange dicke Knochenplatte abgetragen, welche an der Tibia aus der Kortikalis der vorderen Seite besteht, an Schaftknochen mit rundem Querschnitt aber auch bis zur Hälfte des letzteren reichen kann. Dieses kräftige Knochenstück wird, nachdem an dem anderen Ende ein kleineres von entsprechender Dicke ausgeschlagen ist, über den Defekt hinweg verschoben und durch Drahtschlingen festgehalten. In den sekundären Defekt kommt das zweite, von dem anderen Knochenende entnommene, Stück von entsprechender Größe. Dies Verfahren gibt viel besseren Halt und zuverlässigere Erfolge als ein ähnliches mit schmalen Knochenleisten angegebenes von Albee. Die breite Eröffnung der Markhöhle wirkt dabei nicht schädlich, sondern im Gegenteil für die Kallusentwicklung günstig.

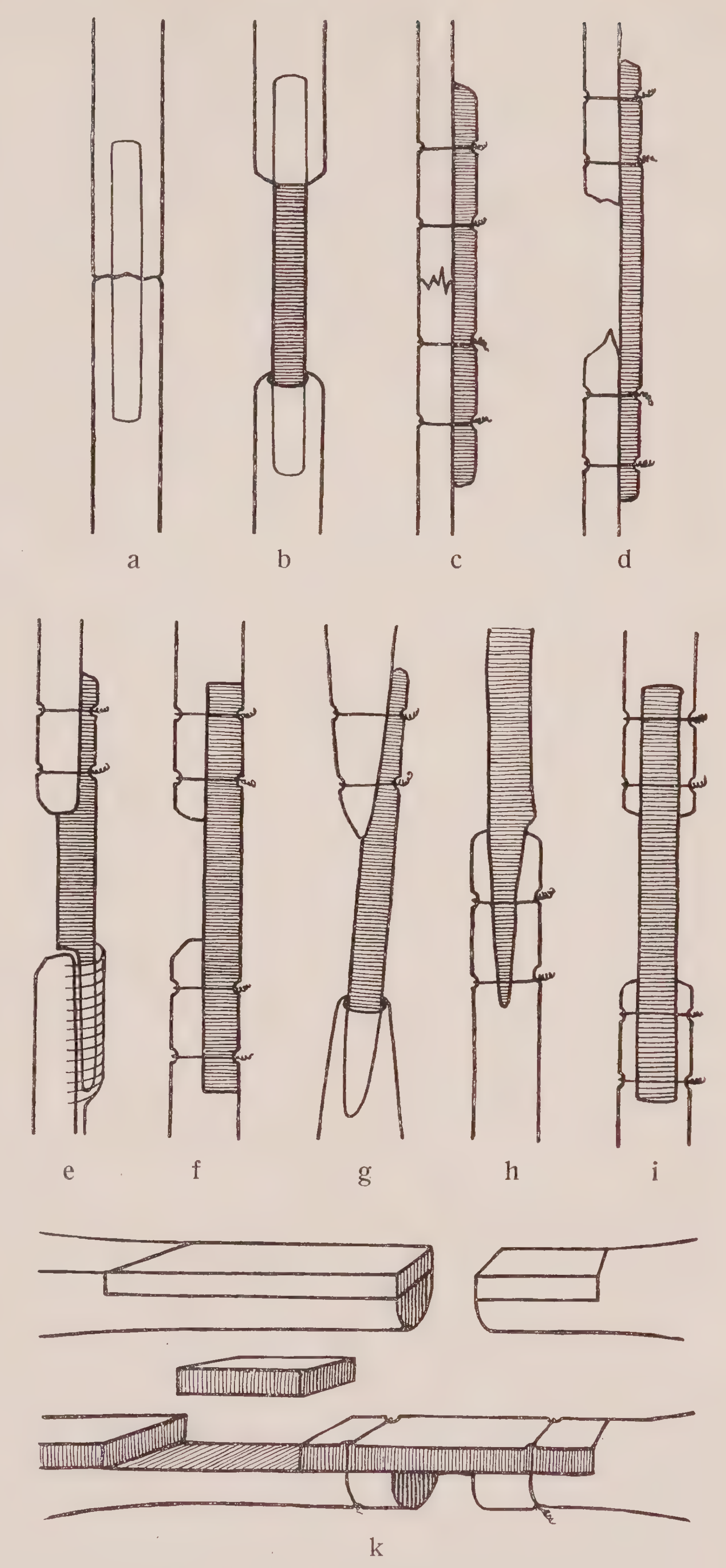


Fig. 4. Schema für die Einfügung der Transplantate.

a) Oberschenkeldefekte und -Pseudarthrosen.

Am Oberschenkel kommen reine Defekte selten vor. In der Regel stehen die Knochenenden infolge der starken Muskelzusammenziehung dicht nebeneinander, umgeben von größeren oder kleineren Splittern,

und es ist in der späten Zeit, in der man nach Eiterungen an die Operation gehen kann, kaum mehr möglich, jede Verkürzung auszugleichen. Oft bekommt man auch die Schußbrüche erst, nachdem die Enden unter starker Verschiebung fest zusammengewachsen sind. Erst nach der Durchtrennung ergibt sich ein Defekt, der aber bei der inzwischen eingetretenen Muskelschrumpfung kaum ein großer ist. Sehr ausgedehnte Diaphysendefekte des Femur sind am besten mit homoplastischem Material aus einem frisch amputierten Oberschenkel oder Oberarm zu ersetzen, da die Autoplastik aus der Tibia nicht so kräftige Ersatzstücke liefern kann. So habe ich z. B. früher einmal einen mehr als das mittlere Drittel einnehmenden Oberschenkeldefekt, der nach der Resektion eines noch nicht in die Muskeln vorgedrungenen periostalen Sarkoms entstanden war, erfolgreich aus der Oberschenkeldiaphyse eines wegen trockenen Altersbrandes amputierten Beines ersetzt, ebenso einen Oberarm, dessen oberes und mittleres Drittel wegen Ostitis deformans bis nahe an die Epiphyse reseziert worden war. Solch große Ersatzstücke aus der ganzen Dicke einer Diaphyse müssen beiderseits durch Knochenbolzen in der Markhöhle befestigt werden.

Unter 25 Schußfrakturen des Oberschenkels mit starken Verschiebungen operierte ich nur einmal einen großen Defekt von 12 cm Ausdehnung. Zwischen den Stümpfen, die durch Zugverbände fast ohne Verkürzung auseinander gezogen waren, lag nur Narbengewebe mit einzelnen Knochensplittern. Die Impfung aus der Tiefe der Narbe ergab Streptokokken, als am 22. Tage nach Verschluß der Wunden die Operation stattfand. Es entstand sofort nach dem Eingriff, bei welchem ein kräftiges Tibiastück von demselben Bein samt Periostbekleidung auf der einen Seite eingekeilt, auf der anderen Seite durch Drahtschlingen befestigt wurde, ein Erysipel, dem sich eine bis auf den Knochen reichende Fistel anschloß. Trotz der Fisteleiterung zeigte sich der Knochen nach 13 Wochen fest und das Transplantat von einer kräftigen Knochenlade umgeben. Nach Entfernung der Drähte verschloß sich die Fistel (Fig. 25, Fall 6, S. 26).

Mehrfach handelte es sich um seitliche Defekte, wenn die angefrischten Spitzen der schrägzulaufenden Enden zusammengefügt werden konnten und seitlich ausgeschlagene Splitter weit in die Weichteile verlagert oder nach Eiterung als Sequester entfernt worden waren. In solchen Fällen hatte nach der Richtigstellung der in beide Markhöhlen eingeführte Bolzen auch die Aufgabe, den Defekt zu ersetzen, weshalb er mit Periost bekleidet der Tibia entnommen wurde.

In anderen Fällen war nur die Bolzung mit einem periostlosen Stück (Fig. 5) der Fibula nötig, bei deren Entnahme ich das verletzte Bein dem gesunden vorzog, damit letzteres für die ersten Gehübungen zuverlässig blieb.

Die höchste nach den Operationen beobachtete Verkürzung betrug 4 cm. Die Mehrzahl der Fälle bekam überhaupt keine Verkürzung. Einmal

Fig. 5. Bolzung eines Oberschenkelbruches. Jeder Stumpf ist quer angefrischt und die durch Kallus verschlossene Markhöhle eröffnet und erweitert. Falls der auf dem peripheren Ende bereits eingekeilte Bolzen trotz starker Dislocatio ad axin mit Hülfe der Faßzange nicht in das zweite Ende zu bringen ist, wird an diesem ein Splitter zur Aufklappung der Markhöhle teilweise abgelöst, worauf nach der Richtigstellung eine feste Drahtumschlingung folgt.

Fig. 6. Schienung eines Oberschenkelbruches. Das periostgedeckte Tibiastück ist durch zwei Drahtschlingen am distalen Ende befestigt.

Fig. 7. Schienung eines Oberschenkelbruches. Die Enden werden verzahnt.

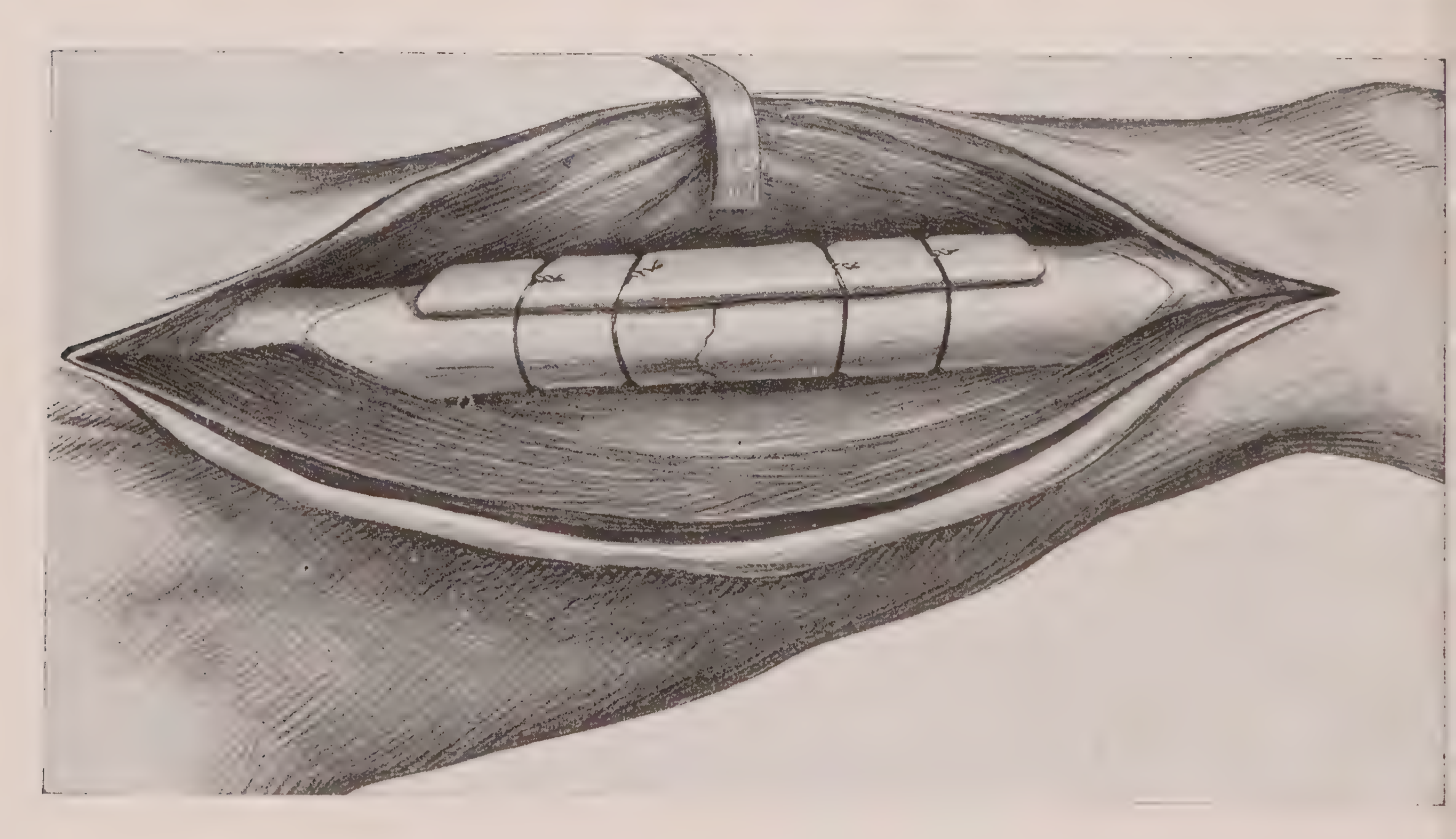


Fig. 8. Schienung eines Oberschenkelbruches. Fertige Befestigung der Knochenschiene.

trat eine Verbiegung der Vereinigungsstelle auf, auch sah man im Röntgenbild, daß sich an der Seite des offenen Winkels ein streifenförmiger Kallus entwickelt hatte. Der Fall war 22 Tage nach Heilung der Wunde wegen

starker Verschiebung der Stumpfenden operiert worden. Scheinbar hatten die Stümpfe den Periostschlauch weithin abgestreift und waren aus ihm vollständig herausgetreten. Eine genügende Entfaltung des Periostes konnte nicht vorgenommen werden, da es bereits unter starker Kallusentwicklung zusammengeschrumpft war. Durch nachträgliche Einknickung in Narkose kam es zu guter fester Heilung ohne Verkürzung mit geringer Verbiegung nach vorne (Fig. 22, S. 24). Da ich später einen ähnlichen Ausgang bei einem von meinem Oberarzt Prof. Wrede operierten Falle sah, empfahl ich für solche Verhältnisse nicht mehr die Bolzung, sondern die seitliche Schienung und zwar derart, daß die Knochenschiene auf der gegenüberliegenden Seite des Kallusstreifens befestigt wird. Damit wird ein Gegengewicht gegen den schrumpfenden und die winklige Knickung herbeiführenden Periostschlauch geschaffen, unter dessen Einfluß schließlich auch ein Bolzenbruch nicht undenkbar wäre (Fig. 6. 7. 8).

Kam es nach der Operation zur Fistelbildung, so hatte wohl die ruhende Infektion die Hauptschuld. Daß aber daneben auch eine operative Infektion mitzählte, ergibt sich allein schon daraus, daß dies Ereignis bei den in meiner Klinik vorgenommenen Operationen nach Schußbrüchen zu seltensten Ausnahmen zählt, während es in dem Lazarett, in dem ich anfangs operierte und dessen Operationsraum für derartige Eingriffe viel zu wünschen übrig ließ, beinahe zu dem normalen Verlauf gehörte.

Wenn man die Fisteln gut offen hält, hat eine gutartige Eiterung keine Gefahr, doch muß man gerade am Oberschenkel, wo die dicken Weichteile das erste Entstehen von Eiteransammlungen in der Tiefe verbergen, bei Auftreten der Temperaturerhöhungen durch Spaltung der Fisteln für guten Abfluß des Eiters sorgen, namentlich wenn aus dem Gipsfenster die Weichteile oedemartig vorquellen und die Fisteln verschließen.

Von 23 Fällen ist mir der Ausgang bekannt. 1 Fall starb infolge schwerer akuter Nephritis bald nach der Operation. 22 sind je nach der Schwere der Verletzung und den Folgen der vorhergehenden langen Wundbehandlung und Feststellung des Beines in kürzerer oder längerer Zeit geheilt und alle wieder dienstfähig geworden. Interessant ist der völlig glatte Verlauf nach einer Granatschußverletzung an Bord, trotzdem hier nach den entzündungslos eingeheilten Granatsplittern bei der Operation nicht gesucht worden war. Dieser wieder vollkommen dienstfähig gewordene Fall (1) konnte schon nach 6 Wochen das Bein belasten und nach 2 Monaten normal gehen.

Beispiele:

1) Oberschenkelschußfraktur durch Granatsplitter. 24jähriger Leutnant z. S. Verletzt am 18. 8. 1914, aufgenommen nach 4 Wochen. Bisher Behandlung mit Zugverband.

Befund: Markstückgroße, granulierende Wundfläche an der hinteren Seite des rechten Oberschenkels, handbreit oberhalb der Kondylen im Bereiche des M. biceps, dazu Peroneusparese. Die Fraktur befindet sich mit querem Verlauf zwischen mittlerem und unterem Drittel. Das untere Ende ist stark nach hinten und oben verschoben. Verkürzung 6 cm. Im Röntgenbild mehrere Granatsplitter in der Umgebung der Fraktur und geringe Kallusbildung zu sehen (Fig. 9).



Fig. 9. Fall 1.[1]) Oberschenkelschußfraktur (Bordverletzung).

2. 10. 1914 Operation. (Begründung: Druck des verschobenen Bruchstückes auf den N. peroneus und starke Verschiebung.) Durchgehender Schnitt vorn an der Außenseite bis auf den Knochen. Bolzung mit Hilfe eines subperiostal entnommenen, 10 cm langen Diaphysenstückes der Fibula desselben Beines.

24. 10. 1914: Abnahme des Gipsverbandes. Reaktionslose Wundheilung. Es ist völlige Festigung des Knochenbruches eingetreten, keine Verkürzung. Massage, heiße Bäder, Gelenkbewegungen, Elektrisieren.

31. 10. 1914: Aufstehen ohne Verband mittelst Krücken unter leichter Belastung des Beines.

19. 11. 1914: Peroneuslähmung gebessert, Oberschenkel belastungsfähig (Fig. 10).

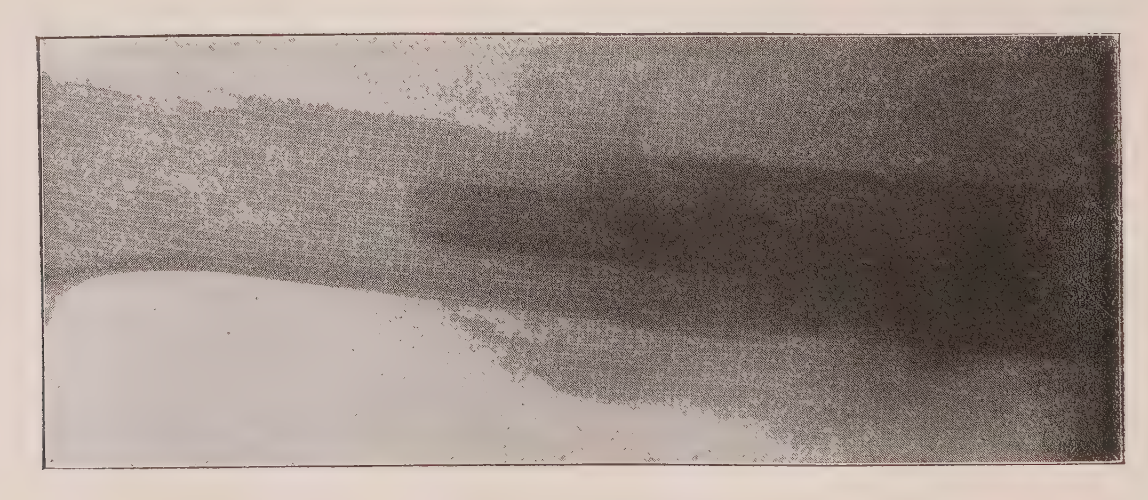


Fig. 10. Fall 1. 6 Wochen nach der Bolzung.

30. 11. 1914: Gehen an zwei Stöcken. Kniegelenk gut beweglich.

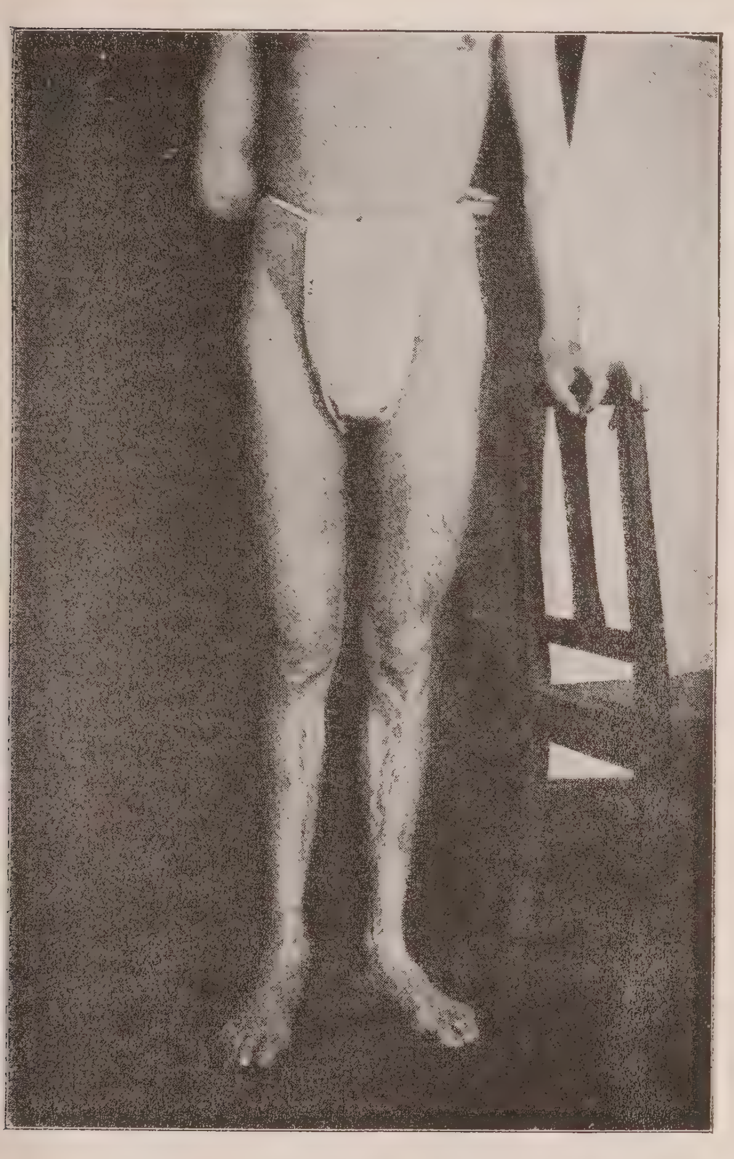
16. 12. 1914: In Erholungsurlaub entlassen.

---

[1]) Einige der Fälle und Abbildungen sind meiner Arbeit über blutige Vereinigung von Knochenbrüchen, Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. 133, entnommen und hier ergänzt.

Anfang Januar 1915 Vorstellung. Gehen ohne Stock, ohne Hinken, Wiederherstellung der Muskulatur. Peroneusparese noch nicht vollständig geschwunden. Fibuladefekt zeigt im Röntgenbild einen zarten Schatten durch Periostregeneration und ist ohne Einfluß auf die Gehfähigkeit. Dienstfähig entlassen (Fig. 11 und 12).

Späterer Nachricht 1918 zufolge bestand vollkommene Dienstfähigkeit ohne Beschwerden.



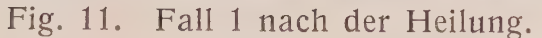


Fig. 11. Fall 1 nach der Heilung.



Fig. 12. Fall 1 nach der Heilung.

2) Oberschenkelschußfraktur durch Infanteriegeschoß. Kriegsfrw. Schr. 24. 11. 1914 verwundet am linken Oberschenkel. 8. 12. 1914 Aufnahme.

Befund: Nach Abnahme des Gipsverbandes ergibt sich eine kirschgroße Einschußöffnung mit Schorf bedeckt in der Mitte des linken Oberschenkels außen, kein Ausschuß. Ferner Durchschuß der Weichteile oberhalb des linken Trochanter mit eiternden Wunden. Röntgenbild zeigt Splitterung der Frakturstelle, welche sich zwischen dem mittleren und oberen Drittel findet (Fig. 13).

5. 12. 1914 Operation: (Begründung: Vollkommen freie Beweglichkeit läßt Zwischenlagerung von Weichteilen vermuten.) Bei Freilegung der Knochenbruchstelle zeigt sich geringer Kallus, welcher eine fast hühnereigroße Kalluszyste beherbergt, die mit dem unteren Ende in Verbindung steht. Das obere Ende ist fast quer, das untere schräg gebrochen. Von letzterem ist auf der Innenseite ein rautenförmiger Splitter ausgesprengt. Zwischen den Knochenenden, deren unteres nach hinten und oben verschoben steht, sind vernarbte Weichteile eingelagert. Markhöhle oben mit Kallus gefüllt, unten mit Narben versehen. Bolzung durch Fibulastück von demselben

Bein, Befestigung des mit dem Periost in Verbindung gebliebenen Splitters mit Drahtschlinge, gefensterter Gipsverband.

26. 1. 1915: Abnahme des Gipsverbandes, Heilung per primam, gute Kallusbildung, Federn der Bruchstelle, Lagerung zwischen Sandsäcke, funktionelle Behandlung (Fig. 14).



Fig. 13. Fall 2. Oberschenkelschußfraktur.



Fig. 14. Fall 2 nach 7 Wochen.

10. 2. 1915: Aufstehen mit Krücken ohne Verband.

15. 3. 1915: Gutes Gehen ohne Stöcke. Verkürzung von 2 cm. Keine nachteiligen Folgen durch Fibularesektion, gleichmäßige Belastung beider Beine. Dienstfähig entlassen.

3) Oberschenkelschußfraktur durch Granatsplitter. Gren. G. Verletzung am 20. 1. 1915. Erster Verband nach 1 Stunde. 10 Tage Feldlazarett. 3. 2. 1915 Aufnahme.

Befund: Querbruch des linken Oberschenkels mit großem Haematom. Nagelglied des rechten Zeigefingers abgerissen. Eiternde Wunde am 5. Finger links. Behandlung: Zugverband und vordere Gipsschiene.

14. 2. 1915: Verkürzung von etwa 4 cm. Röntgenaufnahme ergibt Dislocatio

ad latus, ad long. c. c.; am oberen Fragment kleiner querstehender Splitter. Fragmente nicht dicht nebeneinander liegend.

15. 2. 1915 Operation: (Begründung: Querbruch mit Splitter, wahrscheinlich Gewebszwischenlagerung, kein Ausgleich der Verschiebung durch Zugverband.) Schnitt an der Außenseite des Oberschenkels bis auf den Knochen. Abschieben des Periostes samt Weichteilen zuerst vom oberen Fragment, das nach außen steht. Es wird mit Haltezange vorgezogen und auch hinten vom Periost befreit. Darunter in der Tiefe liegt das andere Knochenende, das mit seiner Spitze in Weichteilen steckt. Der Zusammenhang des Periostes mit den Weichteilen läßt sich auch am unteren Fragment gut erhalten. Das obere Ende ist durch einen querliegenden Splitter, der durch wenig



Fig. 15. Fall 3. Oberschenkelschußbruch, 4 Wochen nach Bolzung.





Fig. 16 u. 17. Fall 3. Oberschenkelschußbruch bei Entlassung.

Kallus befestigt ist, verschlossen und zeigt verschiedene Fissuren. Das untere Ende trägt Narbenmassen an der Spitze, während sein Periost geringen Kallus aufweist. In der Tiefe, wo das untere Fragment lag, sind alte Blutmassen und zerfetzte Muskeln. Quere Anfrischung beider Enden. Der Knochenbolzen wird subperiostal der linken Fibula entnommen. Zuerst wird er in das untere Fragment eingefügt, dann durch Knickung unter Zug und Gegenzug in das obere. Dabei löst sich von diesem ein Splitter, weshalb hier noch eine Drahtschlinge subperiostal umgelegt wird. Schichtweise Naht der Weichteile. Hautnaht. 2 dünne Drainröhren werden wegen sehr starker parenchymatöser Blutung eingelegt. Gipsverband.

16. 2. 1915: Drainage entfernt.

16. 3. 1915: Gute Wundheilung. Abnahme des Gipsverbandes. Stellung sehr gut, Bruchstelle fest, keine Verkürzung. Massage. Bewegungsübungen. Aufstehen an Krücken (Fig. 15).

27. 5. 1915: Belastung des Beines ohne Zuhilfenahme eines Stockes unter geringer Schonung. Gute Beweglichkeit in allen Gelenken. Stellung des Beines gut, keine Verkürzung. Kräftige Kallusbildung. Geringe Plattfußbeschwerden beiderseits. Felddienstfähig entlassen (Fig. 16. 17).

4) Oberschenkelschußfraktur. Matrose B. 16. 12. 1914 Verwundung durch Artilleriegeschoß am linken Oberschenkel. 26. 12. 1914 Aufnahme im Gipsverband.

Befund: Im oberen Drittel befindet sich hinten eine 10-Pfennigstückgroße Einschußöffnung mit schmierigem Belag. Oberschenkelfraktur zwischen mittlerem und oberem Drittel. Im Röntgenbild ergibt sich eine Schrägfraktur mit Aussprengung eines großen rautenförmigen Stückes an der Innenseite. Zugverband (Fig. 18).



Fig. 18. Fall 4. Oberschenkelschußbruch.

16. 1. 1915 Operation: (Begründung: Nach Abheilung der Wunde ergibt sich, daß die Verkürzung nicht völlig ausgeglichen ist. Die freie Beweglichkeit ohne Krepitation läßt Weichteilzwischenlagerung vermuten). Hervorzuheben ist, daß die beiden schräg gebrochenen Fragmente ohne Periost sind und dieses auch in den Weichteilen auf der Außenseite nicht aufzufinden ist. Erst nach dem Herausdrängen beider Enden sieht man, daß sich der ganze Periostschlauch nach der Seite des mindestens 10 cm langen Splitters nach einwärts verschoben hat und mit ihm in Verbindung steht; geringe Kallusbildung. Nach der Bolzung mit periostlosem Fibulastück wird das mit dem Splitter und Kallus verbundene Periost, da es sich nicht mehr entfalten und um die Fragmente legen läßt, mittelst einer Drahtschlinge fest an das untere Fragmentende gezogen. Um an den spitzen Fragmenten eine Verkürzung des Knochens durch weiteres Hineingleiten des Bolzens zu verhindern, wird an ihnen eine künstliche Verzahnung geschaffen. Die Verkürzung ist völlig ausgeglichen. Nach Vollendung der Operation steht der Knochen fest. Gipsverband.

7. 2. 1915: Abnahme des Gipsverbandes. Massage.

15. 2. 1915: Geringe Kallusbildung. Keine Verkürzung. Geringes Federn nach vorne. (Fig. 19).

15. 3. 1915: Noch Federn vorhanden. Geht an Krücken.

25. 5. 1915: Starke Kallusbildung mit ganz geringer Durchbiegung nach vorne. Verkürzung 1,5 cm. Gute Beweglichkeit der Gelenke. Gehen ohne Stock bei guter Belastung, ohne Beschwerden. Noch leichte Ermüdung im gebrochenen Bein nach längerem Gehen. Zu Massage in ein Heimatslazarett entlassen (Fig. 20).

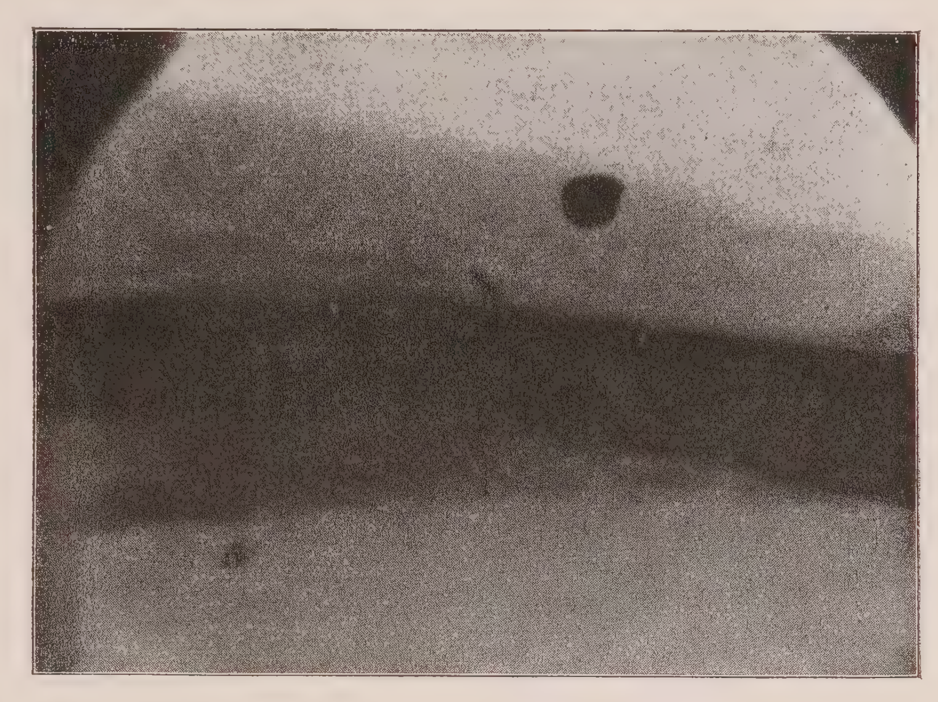


Fig. 19. Fall 4 nach 4 Wochen.

5) Oberschenkelfraktur. Matrose E. 13. 1. 1915 Verletzung durch einen umstürzenden Mast, erste Hilfe nach 2 Stunden. 22. 1. 1915 Aufnahme.

Befund: Linker Oberschenkelknochen in der Mitte gebrochen, ohne Wunde. Rechter Oberarm ebenfalls subkutan im unteren Drittel gebrochen mit kleinen Hautquetschwunden. Behandlung: Zugverbände an beiden Gliedern.

6. 2. 1915 Operation: (Begründung: Die 3 Wochen alte Querfraktur des Oberschenkels steht trotz des Zugverbandes mit Verkürzung in seitlicher Verschiebung, das obere Ende nach außen verlagert. Da die Knochenenden einen Zwischenraum aufweisen, muß Weichteilzwischenlagerung angenommen werden, Verkürzung 6 cm, s. Fig. 21.) An der Außenseite des Oberschenkels wird mit einem langen Knochenmesser der Schnitt bis auf den Knochen durch das Periost hindurch geführt, das letztere sofort im Zusammenhang mit den Muskeln nach beiden Seiten abgestreift. Die freigelegte Frakturstelle zeigt das obere Ende nach außen stehend, tief unter ihm nach innen das untere Ende, zwischen beiden Einklemmung von Muskulatur. Das obere Ende wird vorsichtig mit der Knochenhaltezange aus der Wunde herausgezogen, wobei auch die Hinterseite vom Periost befreit wird. An dem unteren Ende wird der Periostschnitt durch die eingeklemmten Muskeln hindurch geführt, worauf in ähnlicher Weise die Entblößung dieses Stumpfes erfolgt. Die Enden zeigen nur ganz geringe Kallusbildung, sie werden quer angefrischt. Ein periostloser Bolzen aus der linken Fibula wird zuerst in das obere Ende eingetrieben, weil er hier fester sitzt als in der sehr weiten Markhöhle des unteren. Das Überstülpen des unteren Endes auf den Bolzen macht nicht die geringste Schwierig-

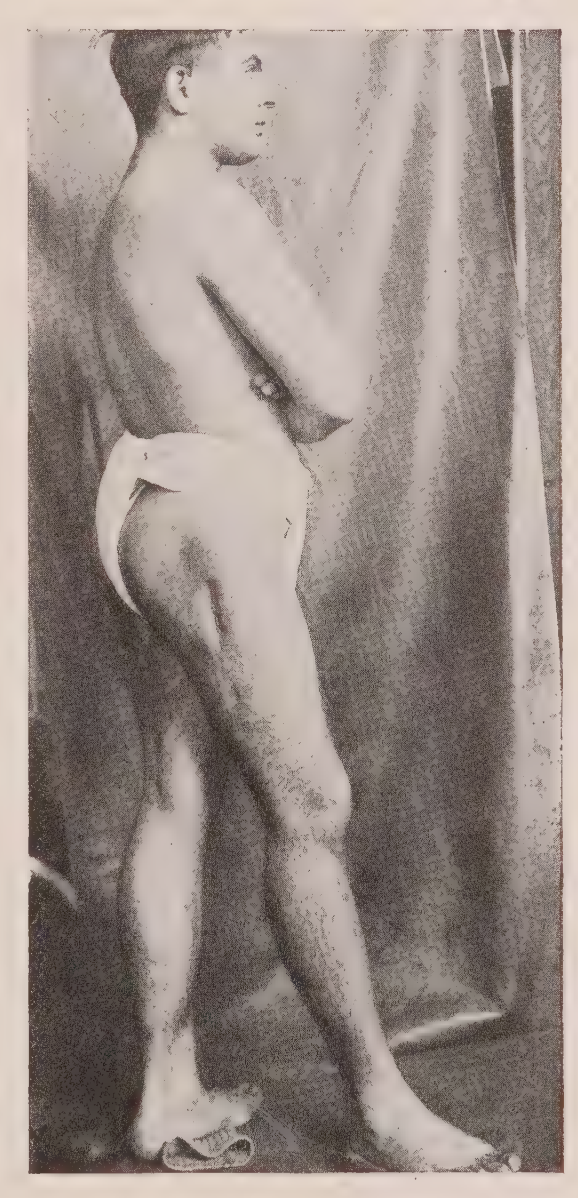


Fig. 20. Fall 4. Bei Entlassung.



Fig. 21. Fall 5. Oberschenkelschußbruch.



Fig. 22. Fall 5. 9 Wochen nach Bolzung durch einseitig entwickelten Kallus geknickt.



Fig. 23. Fall 5 bei Entlassung.



Fig. 24. Fall 5 bei Entlassung.

keit trotz der großen Verkürzung. Sofort steht die Fraktur in richtiger und fester Stellung. Mit Katgut wird das Periost und die Muskulatur in mehreren Schichten dicht über die Frakturstelle hinweg vereinigt. Gipsverband.

27. 2. 1915: Gipsverband entfernt. Massage.

20. 3. 1915: Kräftiger Kallus. Bruchstelle fest, keine Verkürzung. Aufstehen wegen Humerusfraktur noch unmöglich.

12. 4. 1915: Nach dem Aufstehen tritt allmählich eine winklige Knickung mit offenem Winkel nach hinten auf. Das Röntgenbild zeigt auf der hinteren Seite eine sehr starke Kallusbildung, nicht dagegen vorne. Der Bolzen liegt ohne Fraktur innerhalb beider Enden, hat aber in dem unteren Fragment soviel Spielraum, daß die Abknickung des letzteren nicht verhindert wird (Fig. 22).

In Narkose wird der Kallus etwas eingeknickt, ohne daß der Bolzen frakturiert wird. Dadurch ist es möglich, eine Heilung ohne Verkürzung trotz geringer Knickung nach vorne zu erreichen (Fig. 23. 24).

6) Oberschenkelschußfraktur links in der Mitte. Verwundung am 14. 2. 1915 durch Gewehrschuß, zuerst in russischer Gefangenschaft. 12. 3. 1915 Aufnahme.

Befund: In der Mitte des linken Oberschenkels befindet sich an der Streckseite eine markstückgroße Ausschußwunde mit guten Granulationen bedeckt. Die bereits verheilte Einschußwunde befindet sich handbreit unterhalb des Trochanters an der hinteren Seite. Die Frakturstelle ist mit starker Dislocatio ad axin (Abduktion des oberen Fragmentes) verheilt. Das Röntgenbild zeigt an der Innenseite einen großen Splitter, an der Außenseite kleinere Knochenschatten mit Resten von verspritztem Blei. April 1915, nachdem der Patient seit 3 Wochen unter Benutzung von Krücken aufgestanden ist, hat sich eine Verkürzung von 10 cm unter Vermehrung der Dislokationsstellung ausgebildet.

30. 4. 1915: Bei der Freilegung der Frakturstelle durch einen Schnitt auf der Außenseite zeigt es sich, daß die vermeintliche Kallusmasse der Hauptsache nach von einem dichten weißen Narbengewebe gebildet wird, in welchem neben kleinen Bleisplittern viele kleine Knochenstücke liegen. An den Stumpfenden sind nur geringe Kallusmassen vorhanden. Nachdem die nachgiebige, zwischen die Knochenenden gelagerte, hauptsächlich aus Narben bestehende Masse entfernt ist und die beiden Stümpfe quer angefrischt sind, ergibt sich bei kräftigem Zug am Unterschenkel ein Defekt von mindestens 6 cm zwischen den beiden Stümpfen. In diesem Defekt ist kein Periost mehr nachzuweisen, die Umgebung wird zum Teil von vernarbter Muskulatur gebildet.

Zum Defektersatz wird der Versuch ausgeführt, durch ein periostgedecktes Stück der vorderen Fläche des linken Schienbeins eine Vereinigung zu erzielen. Im unteren Fragment wird das zugespitzte Stück eingekeilt, am oberen Fragment wird es nach Abhebung des hier vorhandenen Periostes auf eine stufenförmige Anfrischungsfläche subperiostal gelagert und durch Verzahnung in dieser Stufe samt einer Drahtumschlingung festgehalten. Das Transplantat ist 15 cm lang. Um den Hohlraum zwischen dem Transplantat und den Knochenenden auszufüllen, wird die Muskulatur der Umgebung durch Katgutmatratzennähte herangezogen. Muskelnaht, Hautnaht, Gipsverband.

Aus der Tiefe des Defektes ist Narbengewebe zur bakteriologischen Untersuchung ausgeschnitten worden. Die angelegten Kulturen ergaben Streptokokken, daneben eine schleimbildende Stäbchenart, welche als Verunreinigung aufgefaßt wird.

Der Wundverlauf war nicht aseptisch. Es bildete sich eine kleine Fistel, welche in die Tiefe führte, mäßig Eiter absonderte, aber bei Verhaltungen leichte Temperatursteigerungen hervorrief. Nach 5 Wochen Erysipel von der Fistel ausgehend, stärkere Eiterung. Erweiterung der Fistel und Drainage. Lagerung des Beines auf eine Volkmann'sche Schiene. Stellung des Beines gut, aber Knochenvereinigung noch nicht fest. Im weiteren Verlauf kam es leicht zu Eiterretentionen mit Temperaturerhöhungen, weshalb es mehrfach nötig war, die Fistel wieder zu erweitern.

Am 7. 8. 1915 konnte ich feststellen, daß die Frakturstelle mit leichtem Knick nach außen in Abduktionsstellung des oberen Fragmentes, hervorgerufen durch die zu frühe Abnahme des Gipsverbandes und durch die wegen der Eiterung häufig notwendigen Verbandwechsel, fest verheilt war. Es bestand noch eine kleine, wenig sezernierende Fistel, welche auf die Drahtumschlingung führte, weshalb diese herausgenommen wurde. Schon in den nächsten Tagen verschloß sich die Fistel.

Das Bemerkenswerteste dieses Falles liegt darin, daß es sich um eine Operation bei ruhender Streptokokkeninfektion handelte, welche zuerst durch Fisteleiterung, später durch Erysipel und stärkere Eiterung in der Tiefe imstande gewesen wäre, den Erfolg des Defektersatzes vollständig zu vereiteln. Trotzdem ist eine Einheilung des Knochenstückes ohne Resorptionserscheinungen und eine feste Überbrückung des Defektes mit guter Kallusbildung eingetreten (s. Fig. 25), wenn auch erst nach 13 Wochen. Über das weitere Schicksal des Falles ist mir wegen damaliger Abkommandierung nichts bekannt.



Fig. 25. Fall 6. Oberschenkelschußdefekt. 13 Wochen nach Defektersatz.

Der letzte Fall lehrte, trotz seines gestörten Verlaufes, daß man kleinere Defekte auch am Oberschenkel durch Knochentransplantation überbrücken kann. Für große Defekte jedoch dürfte das autoplastisch zu gewinnende Material nicht genügen, besser wäre es hier frische homoplastische Diaphysenstücke einzupflanzen (s. S. 14). Da man aber homoplastisches Material nur in den seltensten Fällen erhalten kann, so ist es für die Oberschenkelschußfrakturen zweifellos richtiger, zunächst die Vereinigung der Stümpfe mit oder ohne Operation zu erstreben und erst nachträglich zur Verlängerung des Femur zu schreiten.

Kirschner hat hierfür einen sehr guten, gangbaren Weg gefunden, indem er die Diaphyse subperiostal innerhalb eines gesunden Abschnittes, ähnlich wie bei der Z-förmigen Verlängerung der Achillessehne, so durchtrennt, daß an jedem Ende eine lange Stufe entsteht. Sind die Enden unter starkem Zug aneinander verschoben, so wird die erreichte Verlängerung durch kräftige Drahtschlingen festgehalten. Diese Operation ist wohl auch zu bevorzugen, wenn nach Verletzungen der Trochantergegend starke Verkürzungen zustande kommen, denn hier entstehen meist durch Splitterung und Zermalmung des spongiösen Knochens unförmige Kallusmassen mit sehr hartnäckigen, weil bis zu ihrer

Quelle schwer zu verfolgenden Fisteleiterungen oder abgekapselte Granulationsherde, die schon nach der schrägen Durchmeißelung zur Verlängerung des Beines in diesem für Eitersenkungen günstigen Gebiet schwer zu bekämpfende Eiterungen im Gefolge haben.

Am besten eignet sich diese Operation bei einfachen Verkürzungen mit Dislocatio ad latus. Handelt es sich aber nebenbei auch noch um erhebliche Verschiebungen ad peripheriam und ad axin, so lassen sich die stufenförmigen Knochenden nicht gut und fest aneinanderbringen. In solchen Fällen muß die Durchtrennung an der Frakturstelle erfolgen und zwar subperiostal und möglichst so, daß die zusammengewachsenen Schaftenden voneinander getrennt werden.

In einem solchen Fall mit veralteter Fraktur in der Mitte des Femur und mit 10 cm Verkürzung bei stark winkliger Knickung nach außen sprang aus der harten Kallusmasse bei der Durchtrennung ein wahrscheinlich früher abgesprengter großer Splitter heraus. Ich benutzte ihn zur Überbrückung des bei der Distraktion entstandenen Knochendefektes, indem ich den etwa 18 cm langen Knochenspan an dem oberen Fragment mit Drahtschlingen so befestigte, daß er die normale Fortsetzung des oberen Fragmentes bildete. Dem unteren Fragment wurde er nur locker angelagert, da diesem ja zur Wirkung der Extension Spielraum gelassen werden mußte. Dank der subperiostalen Freilegung entwickelte sich unter kräftiger Extension mit dem Steinmann'schen Apparat genügender Kallus, welcher das Transplantat sowohl am oberen wie am unteren Fragment zur festen Vereinigung führte, so daß die 10 cm betragende Verkürzung in guter Stellung fast völlig ausgeglichen wurde und volle Festigung und Belastungsfähigkeit eintrat (s. Fall 7).

7) 49jähriger Oberleutnant W. Oberschenkelschußbruch rechts durch Infanteriegeschoß am 28. 9. 1914. Behandlung in russischer Gefangenschaft mit Gipsverband. Im März 1918 aus russischer Gefangenschaft entflohen, läßt sich der Patient wegen des schlecht verheilten Bruches in die Jenaer Klinik verlegen.

Befund: Verkürzung des rechten Beines von 10 cm mit starker Auswärtsdrehung des unteren Fragmentes und Abduktionsstellung des oberen. Das Röntgenbild zeigt eine starke und dichte Kallusmasse von Spindelform, welche die beiden Fragmente einhüllt (Fig. 26. 27).

Am 5. 7. 1918 Operation: Schnitt an der Außenseite des rechten Oberschenkels bis auf den Knochen. Das Periost wird samt den Weichteilen abgedrängt, sodann wird versucht, an Hand des Röntgenbildes die dicht nebeneinander liegenden, aber stark verschobenen Fragmente mit dem Meißel zu trennen. Dabei springt vom oberen Fragment ein breiter und ziemlich dicker 18 cm langer Splitter ab, der wahrscheinlich einer früheren Splitterung entsprach. Die voneinander gelösten Fragmente müssen eine Strecke weit angefrischt werden, da die in den Weichteilen versenkten Spitzen atrophisch aus der Kallusmasse herausragen. Nach Richtigstellung der Fragmente läßt sich durch starken Zug und Gegenzug ein etwa daumenbreiter Defekt zwischen beiden erzielen, ohne daß damit jedoch bereits die bestehende Verkürzung gänzlich ausgeglichen wäre. In der Erwartung, daß letzteres durch die Extensionsbehandlung allmählich erfolgen könnte, wird der ausgesprengte Knochensplitter nach Herstellung einer seichten Stufe an der Vorderseite des oberen Fragmentes durch Drahtumschlin-



Fig. 26. Fall 7. Fast 4 Jahre alter Oberschenkelschußbruch mit starker Verkürzung.

gungen derart befestigt, daß er die natürliche Fortsetzung desselben bildet. Das untere Fragment stellt sich nach Korrektur der abnormen Abduktion und Außendrehung unter den vorstehenden Splitter ein, der an ihm nicht weiter befestigt wird, um der Extension den nötigen Spielraum zu gestatten. Es genügt das dichte Heranziehen des Periostes und der Muskeln durch Katgutmatratzennähte um den überbrückten Defekt herum. An den Kondylen wird der Steinmann'sche Extensionsapparat befestigt. Gipshose bis zum Knie und Lagerung des Beines auf dem Ansinn'schen Apparat. Extension mit 20 kg.

31. 7. 1918: Entfernung der Nagelextension. Fraktur nur leicht federnd.

1. 8. 1918: Im Röntgenbild sieht man Kallusverbindung des Knochensplitters mit dem oberen und unteren Fragment auftreten, ebenso in dem von ihm überbrückten Defekt. Die Stellung der Fragmente ist ausgezeichnet. Lagerung und Gelenkübungen auf dem Ansinn'schen Apparat.

1. 9. 1918: Patient steht mit Krücken auf und belastet vorsichtig das Bein, an welchem nur noch eine Verkürzung von 1—1½ cm nachzuweisen ist (Fig. 28. 29).

1. 10. 1918: Ausgezeichnete Gelenkbeweglichkeit und Belastungsfähigkeit. Patient kann kürzere Strecken bereits ohne Stock gehen. Entlassung (Fig. 30. 31).

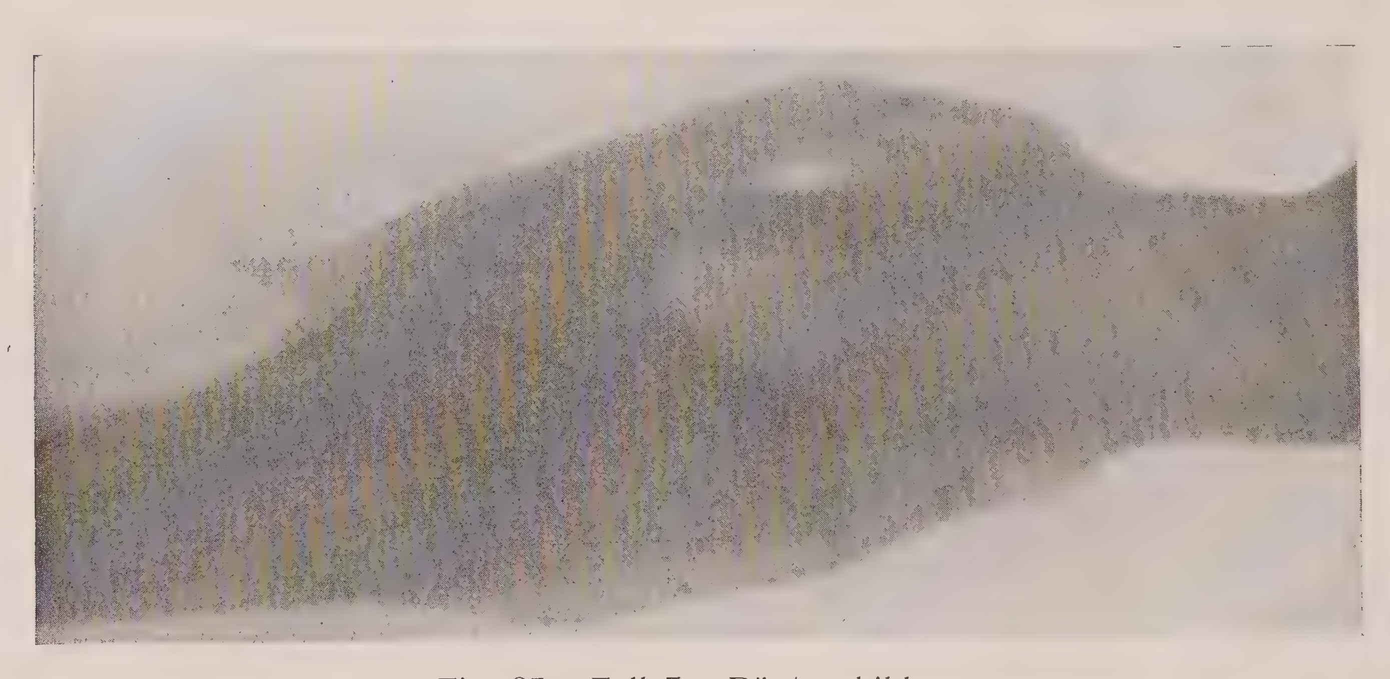


Fig. 27. Fall 7. Röntgenbild.

b) Unterschenkeldefekte und Pseudarthrosen.

Bei einfachen Pseudarthrosen des Unterschenkels, die nach meinem Material zu schließen nach den heutigen Schußverletzungen seltener zu sehen sind, genügt häufig die Verzahnung der Tibia nach Anfrischung der Stümpfe, ebenso wie für die Richtigstellung eines schief geheilten Unterschenkelbruches. Bei Splitterung kann man im Notfalle auch U-nägel auf der



Fig. 28. Fall 7 nach 8 Wochen. Aufnahme von der Seite. Rechts oben der den Defekt überbrückende Splitter, mit dem unteren Fragment fest verwachsen.



Fig. 29. Ebenso. Aufnahme von vorne.





Fig. 30. Fall 7 nach der Heilung. Fig. 31.

Vorderseite des Schienbeins anbringen. So gelang es mir, einen Fall mit eiternden Granatschußverletzungen der beiden Unterschenkel im unteren Drittel zur Heilung in guter Stellung zu bringen, ohne daß eine weitere Knochenvereinigung notwendig gewesen wäre.

Ausgedehnte Defekte der Unterschenkelknochen scheinen selten zu sein, da wohl die gleichzeitige weitgehende Verletzung der Weichteile und Gefäße wegen nachfolgender Gangrän oder schwerer Wundinfektion die Amputation oft nötig macht. Größere Defekte, die ich sah, zeigten auch nach Herausnahme größerer Sequester noch genügende Knochensplitter im Bereich der Lücke, namentlich am Zwischenknochenband, sodaß eine genügende Regeneration von diesen aus stattfinden konnte. Letzteres geschah in 2 Fällen auffällig rasch, nachdem die den Defekt bedeckende Narbe bis auf die in ihm zurückgebliebenen Knochenteile ausgeschnitten und durch einen kräftig ernährten, samt seinem Fettgewebe verpflanzten gestielten Lappen aus dem anderen Bein ersetzt worden war. Auch ist zu berücksichtigen, daß selbst bei größeren Defekten der Tibia die Belastung von der Fibula übernommen werden kann, wenn die Kallusmassen der Stumpfenden beiderseits mit ihr in Verbindung treten, andererseits genügt bei Fibuladefekten die erhaltene Tibia vollständig zur Belastung. Dies sind wohl die Gründe dafür, daß die Tibiadefekte für die Wiederherstellungschirurgie keine große Rolle spielen, während das seltene Auftreten von Pseudarthrosen nach Schußverletzungen in der weitgehenden Splitterung des Knochens begründet sein mag, da hierdurch ein größerer Anreiz für die Kallusbildung geschaffen ist, als bei dem einfachen Querbruch, der ja gerade an der Tibia häufig, vielleicht infolge Verletzung des Stammes der Nutritia und ungünstiger Ernährungsverhältnisse, zu Pseudarthrosen führt.

Wie große Schwierigkeiten aber gerade die Pseudarthrosen mit oder ohne Defekt an der Tibia bieten können, da diese nicht allseitig von Weichteilen umgeben, sondern vorne nur mit Haut bedeckt ist, welche die zur Knochenregeneration nötigen kräftigen Gefäße nicht zu liefern vermag, sollen 2 Fälle meines Friedensmateriales (1 und 2) zeigen, bei denen erst mehrfache Operationen zum Ziele geführt haben.

Beispiele:

1) Bei einem 6jährigen Kinde Pr. war der Bruch des rechten Unterschenkels im Alter von 1 Jahr erfolgt. Erste Operation (außerhalb) nach einem Jahre mit Knochennaht, ohne Erfolg. Nach weiteren 8 Monaten zweite Operation (außerhalb), ebenfalls mit Knochennaht, ohne Erfolg. Am 16. 10. 16 Operation mit Schienung mittels eines großen periostgedeckten, der Vorderseite der anderen Tibia entnommenen Knochenstückes, da das Periost durch die früheren Operationen weithin vernarbt war. Wegen der geschrumpften Weichteile läßt sich die sehr starke Abduktionsstellung des unteren Unterschenkeldrittels nicht völlig ausgleichen. Fig. 32 gibt den Befunde vor der Operation, Fig. 33 6 Wochen nach ihr, nachdem die obere Drahtschlinge wegen Hautdekubitus entfernt worden war. Nach 2 Monaten völlige Festigung. Fig. 34 zeigt die lebende Einheilung des Transplantates nach 1 Jahr.



Fig. 32. Fall 1. Fig. 33. Fall 1 nach 6 Wochen. Fig. 34. Fall 1 nach 1 Jahr.

2) Tibiapseudarthrose. Von diesem Fall, einem 34 jährigen Oberleutnant B., habe ich bereits die Krankengeschichte ausführlich in meiner Arbeit Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 133, 1915, S. 170 gebracht. Da eine Nachoperation notwendig war, sei kurz wiederholt: Bruch beider Unterschenkel beim Rodeln am 12. 1. 1912. Erste Operation (außerhalb) am 1. 11. 1912, wahrscheinlich durch Nagelung der Fragmente am rechten Bein, ohne Erfolg. Zweite Operation (außerhalb) am 6. 1. 1913 mit Knochennaht, ohne Erfolg. Dritte Operation (außerhalb) am 21. 2. 1913 mit Anschraubung einer Metallschiene auf der vorderen Tibiafläche, ebenfalls ohne Erfolg. Vierte Operation am 27. 11. 1913 in meiner Klinik durch homoplastische Bolzung. Die Metallschiene war in der Mitte gebrochen, die Schrauben gelockert, das Periost weithin vernarbt, die Knochenoberfläche unter der Schiene nekrotisch. Langsame Festigung der Bruchenden bis auf geringes Federn, so daß der Patient seit August 1914 in der Heimat als Hauptmann Dienst tun konnte. Das leichte Federn des Unterschenkels ist, trotzdem der Bolzen sich gut erhalten hat, geblieben und verhindert größere Anstrengungen. Fig. 35 zeigt den Zustand 2½ Jahre nach der Bolzung. Der Bolzen ist noch deutlich sichtbar. Das Federn erklärt sich durch den zwischen den verbreiterten Stümpfen bestehenden feinen Spalt, in dem es nicht allseitig zur Verknöcherung gekommen ist. Deshalb am 31. 5. 1916 Verriegelung in der oben angegebenen Weise (s. Fig. 4k). Darauf trat in 4 Wochen völlige Festigung ein. Am 1. 11. 1917 felddienstfähig befunden. Fig. 36 zeigt das Resultat der letzten Operation nach 8 Monaten.



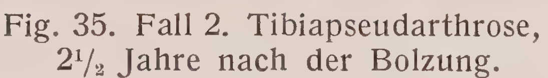


Fig. 35. Fall 2. Tibiapseudarthrose, 2½ Jahre nach der Bolzung.



Fig. 36. Fall 2 nach 8 Monaten.

3) Tibiaschußdefekt rechts. 29jähriger Leutnant E. Verwundet am 2. 12. 1914 durch Granatsplitter am rechten Unterschenkel. 1915 mit Pseudarthrose und Fisteleiterung aufgenommen (Fig. 37). Mai 1916 nach Heilung der Fisteln vorläufig entlassen. Tragen eines Stützapparates. Juni 1918 zur Defektoperation aufgenommen.

Befund: In der Mitte der rechten Tibia besteht ein Knochendefekt. Das obere Fragmentende ist breit mit der Fibula verwachsen, das untere Fragment, welches atrophische Ausläufer zeigt, hat keine Verwachsungen mit der Fibula, weshalb es stark federt, freie Rotation aufweist und die Belastung unmöglich macht (Fig. 38).

21. 6. 1918 Operation: Nach Freilegung der Pseudarthrose mittelst Abhebelung des Periostes im Zusammenhang mit den bedeckenden Weichteilen Ausräumung des mit Narbengewebe angefüllten Defektes. Aus dem oberen Fragment wird ein 10 cm langer, 3 cm breiter Knochenspan ausgeschlagen, an dem unteren Ende wird ein 5 cm langer spitzer Fortsatz fortgenommen. Der letztere wird zur Ausfüllung des Defektes in diesen versenkt, während der aus dem oberen Fragment stammende Knochenspan zur Überbrückung des Defektes Verwendung findet. Er wird nach seichter stufenförmiger Anfrischung des unteren Fragmentes an diesem mit einem Nagel befestigt und am oberen Fragment in einer Stufe verzahnt. Gipsverband.

Nach 4 Wochen Abnahme des Gipsverbandes. Auftreten einer kleinen Fistel, deshalb Entfernung des Nagels, leichte Federung. Aufstehen mit Lederhülse (Fig. 39).

Fig. 37. Fall 3. Tibiaschußdefekt.

Fig. 38. Fall 3 nach Ausheilung.



Fig. 39. Fall 3. 6 Wochen nach Operation.

c) Oberarmdefekte und Pseudarthrosen.

Am Oberarm begegnen wir nach den Kriegsverletzungen sehr viel Pseudarthrosen, oft auch mit großen Defekten. Stehen die Stümpfe nahe aneinander, so kann man nach einfacher Anfrischung unter guten richtigstellenden Verbänden eine feste Verheilung mit geringer Verkürzung erhalten, wenn das zwischenliegende vernarbte Gewebe ausgeschnitten ist und die Stümpfe angefrischt sind. Größere Verkürzungen aber sollte man vermeiden, um so mehr, als sie sich durch beiderseitige Vereinigung mit einem frischen Knochenstück vollständig ausgleichen lassen. Daß dasselbe gerade am Oberarm nicht zu schmal sein darf, weil hier der für den Regenerationsreiz wichtige Belastungsdruck nicht wie am Bein zur Geltung kommt, habe ich schon am Chirurgen-Kongreß 1911 hervorgehoben. Je fester das Transplantat, sei es als Bolzen oder als Schiene, mit den Stumpfenden vereinigt ist, desto eher kann man den feststellenden Verband fortlassen und die aktiven Funktionen erlauben, was für die lebende Durchwachsung des Transplantates außerordentlich wichtig ist. In zwei Fällen war es nötig, vor der Knochenoperation die beiden bedeckenden Haut- und Muskelnarben auszuschneiden und durch gestielte Lappen aus der Umgebung oder aus der Thoraxwand zu ersetzen.

Unter 20 Fällen traten viermal sehr hartnäckige Eiterungen auf, so daß zweimal erst die wiederholte Transplantation zum Ziele führte. Daß von 16 abgeschlossenen Fällen bisher nur acht Fälle arbeits- bzw. dienstfähig geworden sind, ist darin begründet, daß bei den übrigen gleichzeitig eine Verletzung des Nervus radialis vorlag, die wegen langdauernder Fisteleiterung erst sehr spät zur Operation kam. Ein Fall verweigerte nach erfolgloser Transplantation die weitere Operation, nachdem endlich die Fisteleiterung längere Zeit aufgehört hatte und wurde deshalb mit Pseudarthrose entlassen.

Beispiele:

1) 30jähriger Unteroffz. O. Fr. Großer Schußdefekt des rechten Oberarms durch Gewehrschuß vom 17. 3. 1915. Heilung Anfang Juli 1916 nach Abstoßung zahlreicher Knochen- und Bleisplitter.



Fig. 40. Fall 1. Humerusschußdefekt, 3 Monate nach Operation.

Am 22. 7. 1916 Operation: Defekt ohne Periost. Einkeilung eines 15 cm langen, mit Periost bekleideten Stückes der Tibiakante.

Nach 3 Monaten völlig feste Einheilung (Fig. 40). Nachdem gute Beweglichkeit

der Gelenke und Kräftigung der Muskulatur erreicht ist, Entlassung Februar 1917 zum Ersatzbataillon.

Juni 1918 Nachuntersuchung nach 2 Jahren. Fig. 41 zeigt dichtes Knochengefüge des Transplantates und kaum mehr zu erkennende Übergänge in die Fragmentenden. Das untere Fragment ist nachträglich noch etwas nach innen abgeknickt. Gebrauch des Armes ausgezeichnet.

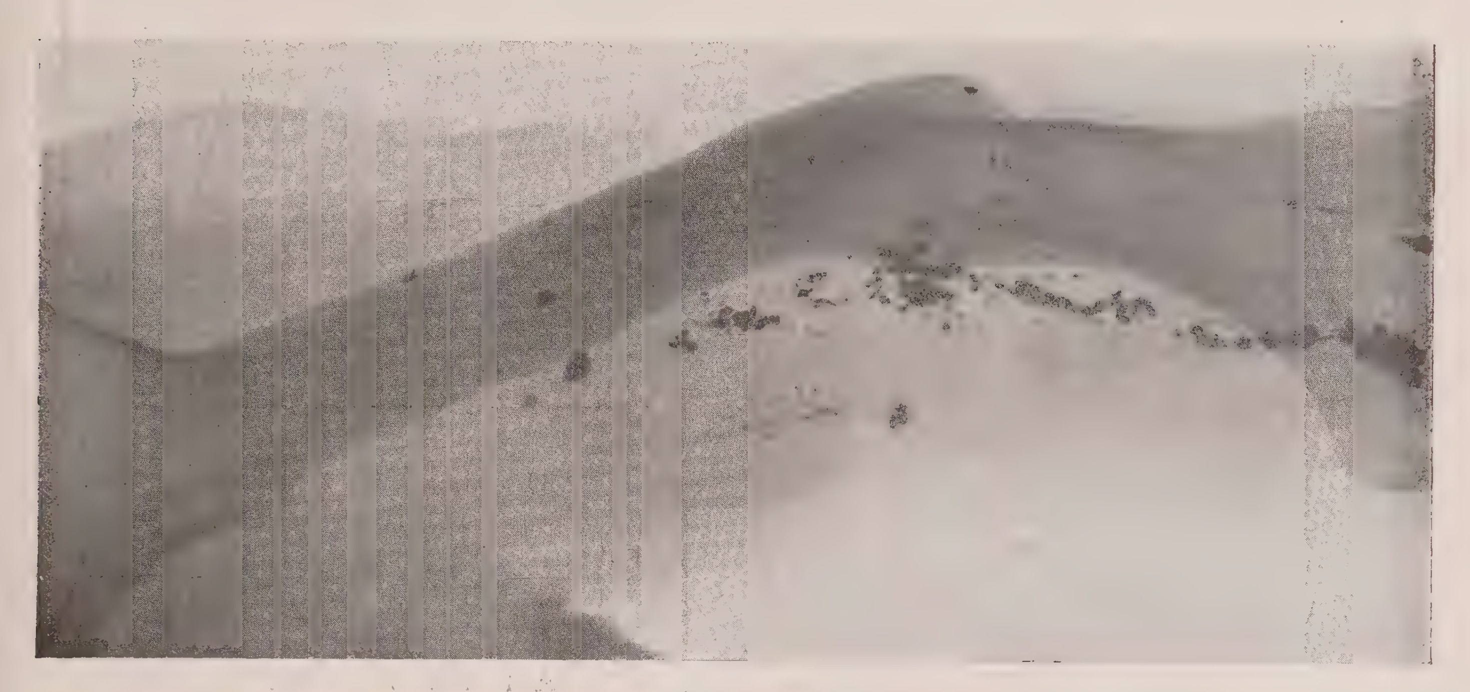


Fig. 41. Fall 1. Humerusschußdefekt, 2 Jahre nach Knochentransplantation.



Fig. 42. Fall 2. Humeruspseudarthrose.



Fig. 43. Fall 2. 4 Wochen nach Knochenschienung fest.

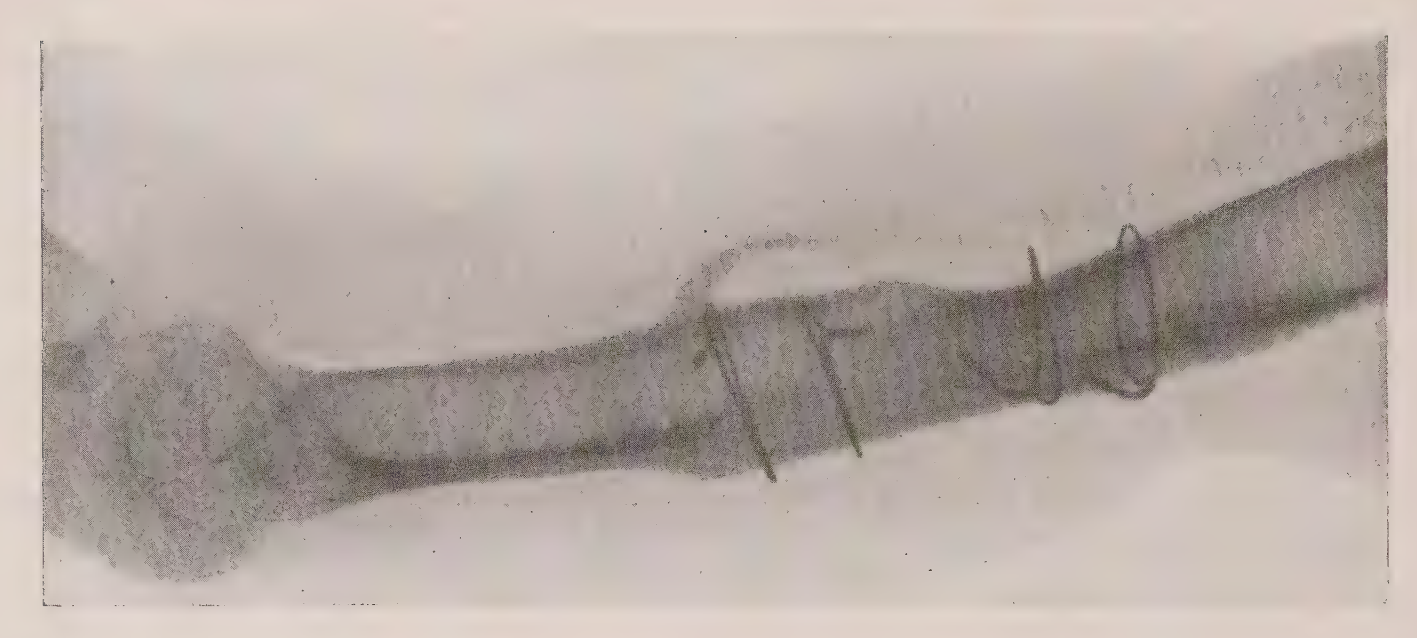


Fig. 44. Fall 2. Nach 10 Monaten lebende Einheilung des Transplantates.



Fig. 45.
Fall 2. 4 Wochen nach Knochenschienung.

2) 16 jähriger Schlosser K. Transmissionsriemenverletzung des rechten Oberarms am 5. 2. 1917. Starke Eiterung, Fisteln und Sequester.

Am 24. 11. 1917 Operation, nachdem seit einem Vierteljahr keine Fisteln aufgetreten sind (Fig. 42). Treppenförmige Anfrischung der Pseudarthrosenenden nach Exzision aller Narben und Einfügen eines periostbekleideten Tibiastückes von 8 cm.

Nach 4 Wochen vollständig fest (Fig. 43).

10 Monate später Nachuntersuchung: die Röntgenaufnahme zeigt auch hier die lebende Einheilung des Transplantates (Fig. 44. 45).

3) 51 jähriger Mann A. W. Querbruch des linken Oberarmes am 17. 2. 1917 mit Zwischenlagerung von Weichteilen. Am 21. 2. 1917 Röntgenreizdosis.

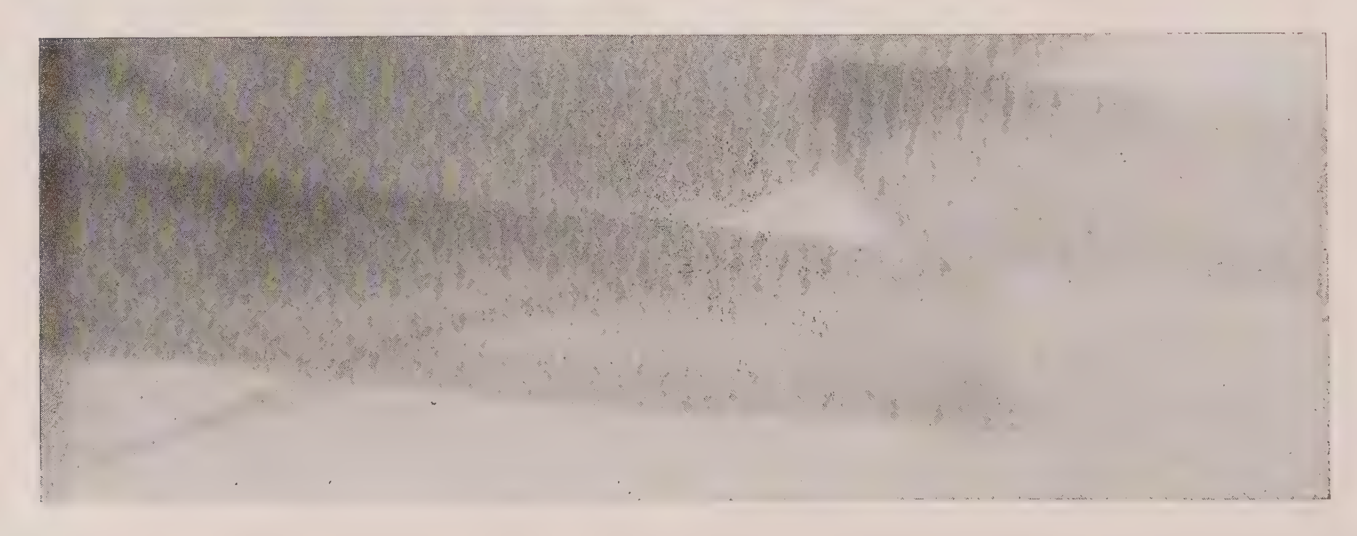


Fig. 46. Fall 3. Querbruch des Oberarms.

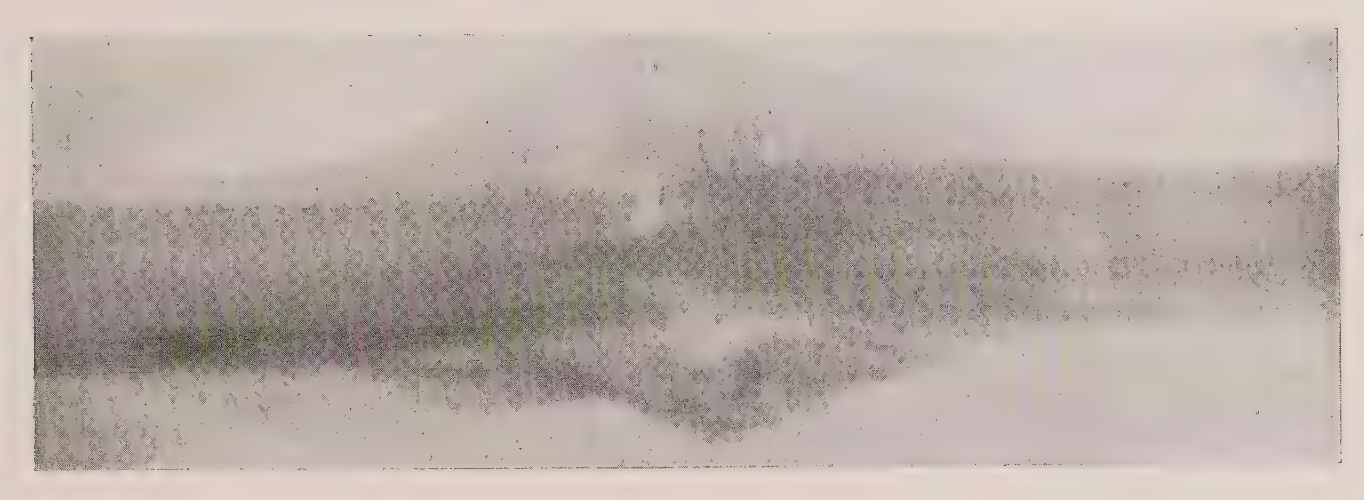


Fig. 47. Fall 3. 4 Wochen nach der Bolzung.

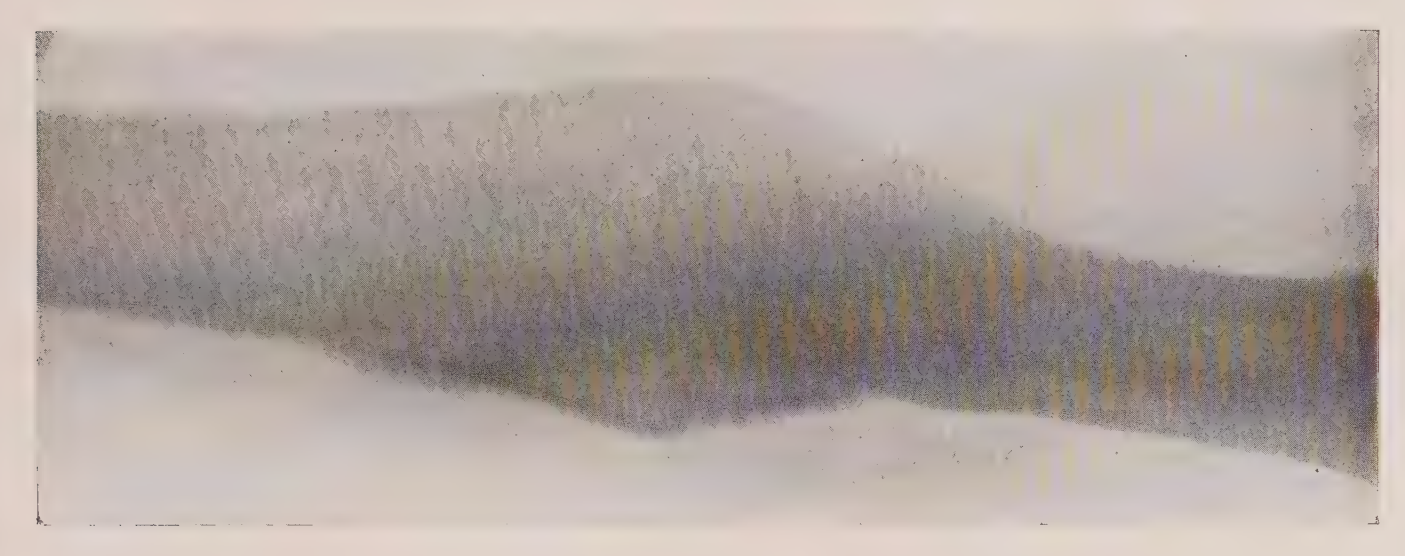


Fig. 48. Fall 3. Nach 7 Monaten.

Am 9. 3. 1917 Operation: Bolzung mittels eines der rechten Tibiakante entnommenen periostlosen Zapfens.

Nach 4 Wochen vollständig fest. Nach 7 Monaten sehr dichter Kallus (Fig. 46. 47. 48. 49).

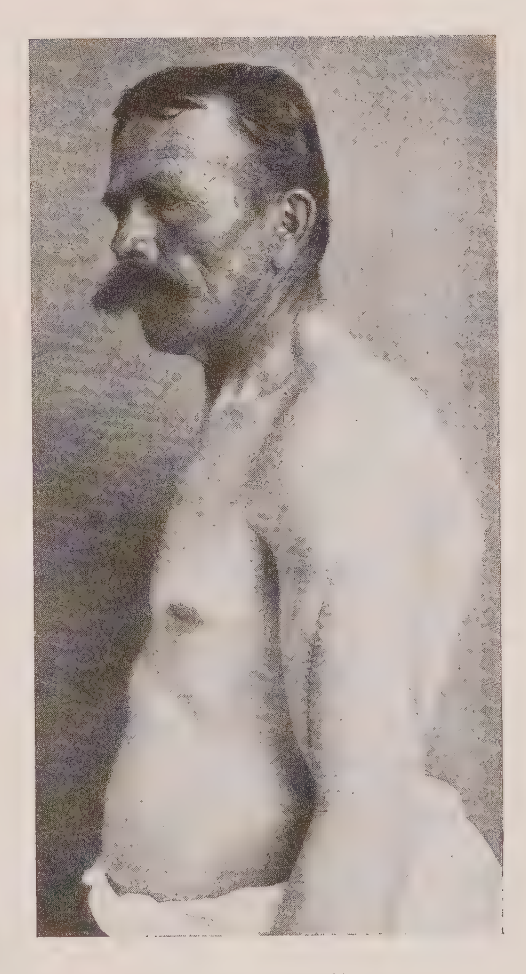


Fig. 49. Fall 3.

4) Oberarmbruch mit Defekt und Radialislähmung. Gefr. d. Res. W. 20. 9. 1914 verletzt durch Gewehrschuß am linken Oberarm. Erster Verband im Feldlazarett. Sodann Transport in die Heimat. Dort wurde nach Heilung der Wunden die Naht des gebrochenen Oberarms versucht, doch bildete sich eine Pseudarthrose aus. Im Januar 15 Aufnahme.

Befund: kleine Einschußnarbe, 3fingerbreit oberhalb Ellbeuge, noch im Gebiet des Biceps. Etwas höher davon, im Gebiet des Triceps kleine Ausschußnarbe. Vollständige Radialislähmung. An der Außenseite des Oberarms, dicht unterhalb des Deltoideus beginnend, eine Operationsnarbe, welche in der Längsachse nach unten bis nahe zur Gelenk-

gegend verläuft. Der Oberarm ist mindestens um 5 cm verkürzt. Versteifung des Ellbogengelenkes.

13. 2. 1915 Operation: An der Außenseite des Oberarmes Schrägschnitt zur Freilegung des Nervus radialis. Derselbe ist vollständig durchtrennt. Der untere Stumpf ist nach oben über das untere Knochenende hinweg in die Narbenmassen der Pseudarthrose hinein verzerrt. Der obere Stumpf ist in ähnlicher Weise an dem oberen Knochenende verwachsen, dicht daran liegt in der Narbenmasse des oberen Fragmentes ein mehrfach zerrissener Silberdraht. Nach der Auflösung der Nervenstümpfe werden die Narben bis auf die beiden Knochenenden durchtrennt, von ihnen die Weichteile samt Periost seitlich abgeschoben, worauf die beiden Fragmente auch auf der hinteren Seite vom Periost entblößt aus der Wunde herausgehoben werden. Es ergibt sich ein mindestens 6 cm langer, 4 cm breiter, mit weißen harten Narben ausgefüllter Zwischenraum zwischen den Stümpfen. Die letzteren sind selbst ohne jeden Kallus. Ihre Markhöhle ist vernarbt. Die Narbenmasse setzt sich tief in den Biceps und in den Triceps

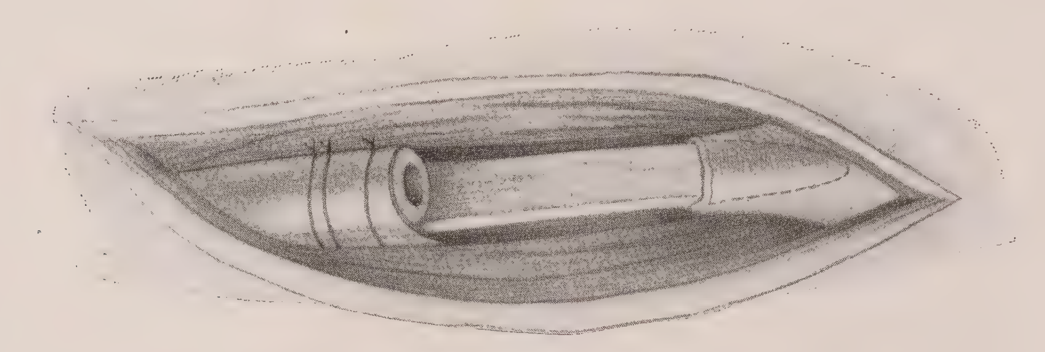


Fig. 50. Fall 4. Oberarmschußdefekt, Transplantat oben subperiostal eingefügt und mit Drahtschlingen befestigt, unten eingekeilt.

fort. Der schwierigste Teil der Operation ist die genaue Entfernung aller Narbenmassen unter Schonung der leicht unterscheidbaren Periostreste; auch an diesen keine Kalluswucherung. Da der Defekt fast periostlos ist, so wird zur Feststellung und zum Ersatz aus der ganzen Breite der linken Schienbeinkante ein mit Periost bekleideter Knochenspan ausgemeißelt von 12 cm Länge und etwa 1 cm Dicke. In dem unteren, sehr kurzen Humerusende sitzt der Bolzen zuverlässig fest, doch gelingt es nicht, ihn im oberen durch Einkeilen zu befestigen, da trotz der Anfrischung der Knochen hier sehr weich und durch ehemalige Splitterung sehr nachgiebig ist. Deshalb wird das Ersatzknochenstück oben nicht in die Markhöhle eingekeilt, sondern zwischen dem Knochen und dem hinter ihm vorhandenen Periost eingeschoben und durch 2 Drahtschlingen befestigt, von denen die eine durch ein Bohrloch hindurchläuft. Das Ersatzstück ist derart eingelegt worden, daß seine periostale Seite nach außen sieht (Fig. 50). Durch Katgutnähte werden die Weichteile von beiden Seiten so zusammengezogen, daß sie sich dicht an das Periost des Ersatzstückes anlegen. Darauf folgt die Naht der beiden Radialisstümpfe, welche ohne Spannung gelingt. Das Ellbogengelenk ließ sich in Narkose unter Festhalten des unteren Humerusfragments beweglich machen, jedoch nicht vollständig strecken. Um den genähten Nerven zu entspannen, genügte die rechtwinklige Beugung. Am unteren Radialisstumpf wird noch ein bei der Exzision der Narbenmassen abgeschnittener Ast gefunden, der nach Anfrischung des Nerven seitlich eingepflanzt wird. Vollständige Naht der Weichteile und Haut, Schienenverband.

15. 3. 1915: Nach guter Heilung unter dem ersten, 2 Wochen liegenden Verbande ist das Ersatzstück vollkommen fest eingeheilt, sodaß Bewegungsübungen des Ellbogens beginnen können. Sensibilität im Radialisgebiet teilweise wiedergekehrt.

28. 19. 1918, also 3¾ Jahre nach der Knochentransplantation stellte sich der Patient wieder vor. Der Oberarm ist in gerader Stellung fest geheilt, die Radialislähmung hat sich nicht vollständig zurückgebildet, das Ellbogengelenk ist normal be-

weglich. Die Röntgenaufnahmen von vorne und von der Seite zeigen deutlich, daß das große Knochentransplantat fest und innig mit den Knochenstümpfen verschmolzen ist. Ganz ideal ist die untere Vereinigung, welche durch Einkeilung erzielt worden war. Die Stelle der Vereinigung ist kaum mehr am Röntgenbild zu erkennen. Am oberen Ende zeigt von der Seite gesehen nur die Drahtumschlingung die Stelle der Vereinigung an, von vorne sieht man, daß das Stumpf- und das Transplantatende nebeneinander verbunden worden waren. Die Spitze des Transplantates geht in die gewucherte Kortikalis des Humerus über. Die Dichtigkeit des Transplantates ist der des Humerus gleich, seine Breite ist etwas geringer als die des Humerusschaftes, trotzdem hat der höchstens 1 cm dicke Tibiaspan an Dicke sehr zugenommen, da er von der Seite und von vorne gesehen im Röntgenbild die gleiche Breite hat (Fig. 51. 52).



Fig. 51.



Fig. 52.

Fall 4. Humerusdefektersatz nach 3¾ Jahren.

Fig. 51 von der Seite. Fig. 52 von vorne.

5) Oberarmsplitterbruch mit Defekt. Einj.-Fr. G. Verwundung am 4. 10. 1914 am linken Oberarm durch Granatsplitter, nach 15 Minuten erster Verband mit Schiene. Am 2. Tag Verbandwechsel im Feldlazarett. 20. 10. 1914 Aufnahme.

Befund: Oberhalb des Olekranon gänseeigroße, tiefgehende schmierig belegte Wunde, oberhalb des Condylus medialis eine markstückgroße, granulierende Wunde. Ausgedehnte Splitterfraktur des unteren Humerusendes mit Gelenkbruch. Außerdem mehrere Hautwunden am Rücken und am rechten Oberschenkel.

10. 11. 1914: Ausräumung der Splitter. Lange Zeit Fieber infolge von Phlegmonen am Kreuzbein und am rechten Oberschenkel; langdauernde Eiterung am Oberarm.

25. 1. 1915 Operation: nach völliger Ausheilung und Vernarbung am linken Arm. (Begründung: Es besteht zwischen dem Diaphysenstumpf des Humerus und den Ellbogengelenkresten ein Zwischenraum von etwa 10 cm. Während das Ellbogengelenk selbst versteift ist, bewegt sich der Arm schlotternd im unteren Drittel des Humerus (Fig. 53), Bogenschnitt mit Aufklappung des Olekranon zur Freilegung des ganzen Gelenkgebietes und des unteren Humerusendes. Nach Ausräumung sehr starker, blutleerer Narbenmassen, welche mit Bleistückchen und Wollfetzen durchsetzt sind, zeigt sich Verwachsung des Radiusköpfchens mit der Ulna, der Condylus int. ist ohne Knorpelüberzug als kleines Knochenstück innerhalb Narben übriggeblieben. Der Condylus ext. besitzt seinen Knorpelüberzug noch und setzt sich mit einem dünnen periostalen Kalluszapfen gegen das Diaphysenende fort. Zwischen beiden Kondylen besteht nach Entfernung der Narben ein fast zweifingerbreiter Zwischenraum. Das Humerusende ist bei der Operation am 10. 11. 1914 quer abgesägt wordcn. Da in dem ganzen, etwa 10 cm großen Defekt des Humerus in der Umgebung des erwähnten, vom Condylus ext. nach oben ziehenden Knochenzapfens verhältnismäßig viel Periost übrig geblieben ist, genügt zur Vereinigung des Gelenkstückes mit der Diaphyse ein mit wenig Periost bedecktes Knochenstück. Dasselbe wird der Fibula so entnommen, daß nur an der einen Seite ein schmaler Perioststreifen sitzen bleibt. Dieser Bolzen wird in das Diaphysenende eingetrieben, ebenso unten in die Spongiosa des Condylus ext. Sodann wird der von diesem aus ziehende Knochenzapfen samt dem umgebenden Periost mit einer Drahtschlinge an das Ersatzstück gezogen, während der gelockerte Rest des Condylus int. ebenfalls durch eine Drahtumschlingung an den C. ext. hin gelagert wird. Der Condylus ext. wird mit seinem Gelenkknorpel dabei etwas medialwärts verschoben, damit er mit der Knorpelfläche der Ulna artikuliert. Die Narben, welche das Radiusköpfchen mit der Ulna verbinden, werden bis zum Eintreten freier Beweglichkeit entfernt.

Es ist somit der Splitterfrakturdefekt zwischen den Gelenkresten des Humerus und seinem Schafte in einer Ausdehnung von 10 cm ersetzt (Fig. 54).

29. 1. 1915: Verbandwechsel wegen Temperaturerhöhungen, Wunde gut geheilt; als Ursache wird am rechten Oberschenkel ein Infiltrat bemerkt, in welchem nach Inzision ein Granatsplitter zutage befördert wird.

16. 2. 1915: Noch leichtes Federn nach der Seite vorhanden. Im Röntgenbild gute Kallusbildung rings um das Ersatzstück herum zu bemerken.

20. 3. 1915: Ersatzstück fest eingekeilt, doch sind Fisteln aufgetreten, welche die Entfernung der Drähte notwendig machen (Fig. 55).

31. 8. 1915: Entfernung eines sequesterierten Teiles des Transplantates, darauf Verschluß der Fisteln. Trotz des Sequestration eines Teiles des Transplantates ist wie das Röntgenbild 10 Monate nach der Operation zeigt, eine vollständige solide Knochenmasse anstelle des Defektes getreten, auch der Rest der unteren Epiphyse hat sich verdichtet und das Ellbogengelenk ist durch Übungen ausreichend beweglich geworden (Fig. 56).



Fig. 53. Fall 5. Oberarmschußbruch. Defekt nach Ausräumung der Splitter und Verheilung.



Fig. 55. Fall 5. 8 Wochen nach Defektersatz.

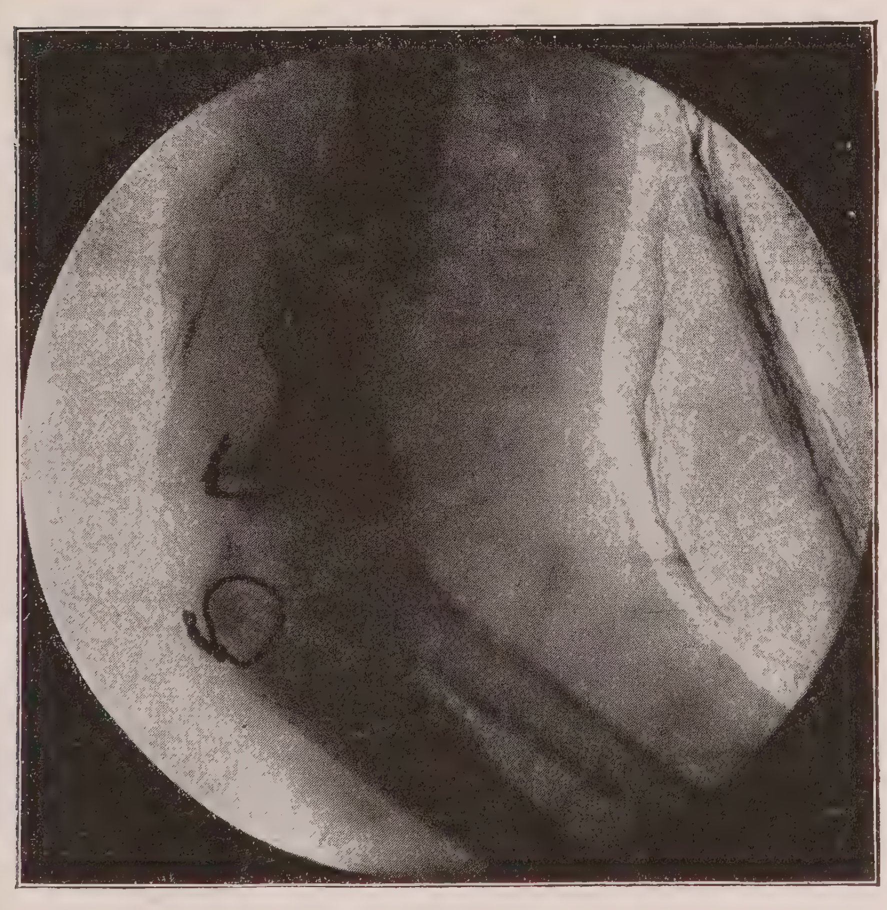


Fig. 54. Fall 5. 3 Wochen nach Defektersatz.



Fig. 56. Fall 5 nach 10 Monaten trotz Sequestration des Transplantates.

Zeigt sich schon in diesem Fall die Erfahrung bestätigt, daß eine gelinde Eiterung dem Enderfolg nicht schadet, so beweist der folgende Fall, bei welchem es durch ruhende Infektion sofort nach dem Defektersatz zu starker anhaltender Eiterung kam, daß auch trotz dieser bei richtiger Nachbehandlung ein voller Erfolg zu erreichen ist; ja Fall 7 lehrt sogar, daß ein durch Eiterung in der Mitte zur Fraktur gekommenes großes Transplantat gelegentlich imstande ist, wieder fest zusammenzuwachsen und dies aus eigenen Mitteln in einem periostlosen Defekt und weitab von den das Substitutionsmaterial liefernden Stumpfenden. Daher sei noch einmal betont, daß man nicht voreilig bei auftretender Eiterung Knochentransplantate entfernen soll.

6) Ausgedehnte Granatverletzung am rechten Oberarm (September 1914). 28jähriger Unterarzt A. Trotz schwerster Eiterung wurde außerhalb versucht, die Amputation zu umgehen. Langdauernde Fisteleiterung mit Entleerung von Sequestern, Abszeßbildung. Mehrfache Operationen zur Beseitigung der Eiterquellen (Fig. 57). 4 Monate nach völliger Vernarbung und nach Exzision der ausgedehnten Hautnarben mit plastischer Deckung erfolgte die Operation am 29. 10. 1915, die in Anfrischung der Knochenenden und Ausräumung der Pseudarthrose bestand. In letzterer lag sowohl der Nervus radialis als der Nervus medianus von Narbengewebe umwachsen. Einfügen eines 12 cm langen periostgedeckten Knochenstücks aus der Tibia, dessen unteres Ende stufenförmig gebildet wird. Einkeilung des oberen Transplantatendes in die Markhöhle, Drahtumschlingung des unteren Endes. Das obere, durch Anfrischung fortgefallene Pseudarthrosenende enthält zwei Kloaken mit Granulationen. Trotz aller Vorsicht bei der Herausnahme derselben kam es zur Eiterung, die sich aus zwei Fisteln entleerte. 7 Monate lang dauerte dieser Zustand, wobei nur darauf geachtet wurde, daß nirgends Eiterverhaltungen auftraten. Die Pseudarthrose stand fest. In der Umgebung des Bolzens waren in dieser Zeit kräftige periostale Wucherungen aufgetreten (Fig. 58). Der sodann herausgenommene Knochenbolzen ist stark verdünnt und wie ein osteomyelitischer Sequester von Granulationen zernagt. Auch nach seiner Entfernung steht der Knochen vollkommen fest. Die Wunde schließt sich darauf unter geringer Eiterung rasch. Fig. 59, zwei Jahre später, zeigt, daß die Verdichtung des Knochens, unter Herstellung fast normaler Formen, weitere Fortschritte gemacht hat. Fisteln sind nicht wieder aufgetreten. Die Beweglichkeit im Ellbogengelenk ist erheblich beschränkt, zum Teil durch Knochenwucherungen an der hinteren Seite des Humerus, weshalb die operative Beweglichmachung in Aussicht genommen ist.

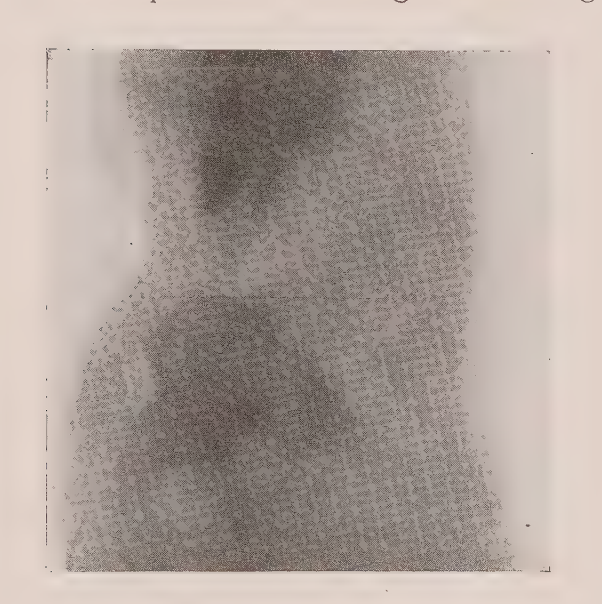


Fig. 57. Fall 6. Oberarmschußdefekt.

7) 24jähriger Soldat K. Oberarmschußdefekt. 8. 12. 1916 durch Gewehrschuß am rechten Oberarm verletzt. Schußfraktur im mittleren Drittel mit unvollständiger Lähmung des Radialis. Aufnahme in die chirurgische Klinik Jena am 15. 2. 1918 mit Defekt von etwa 3 cm. Bei der ersten Freilegung der Pseudarthrose am 26. 2. 1918 fanden sich an den Stumpfenden Granulationsherde mit kleinen Sequestern. 25. 3. 1918 völlige Vernarbung.

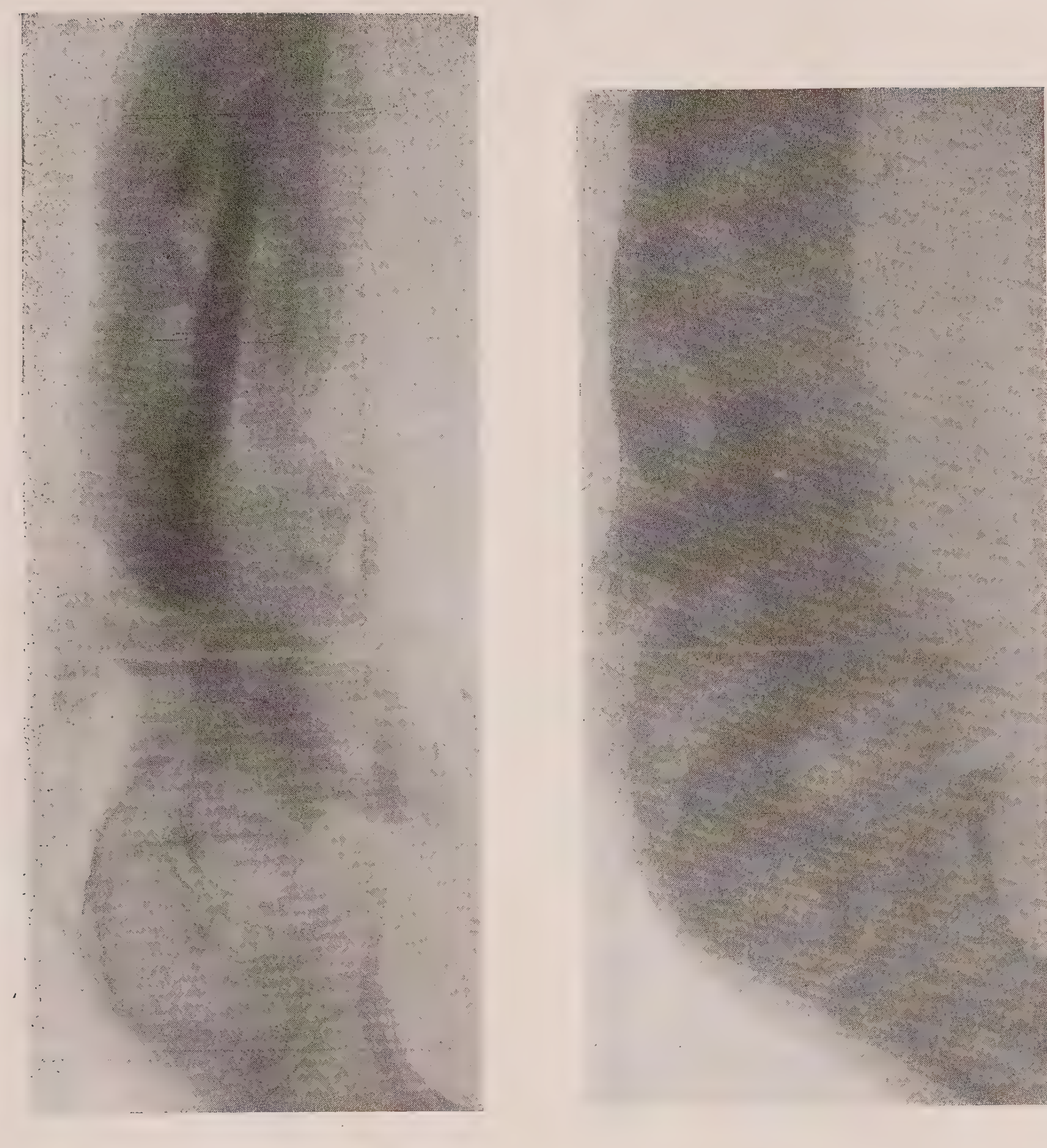


Fig. 58. Fig. 59.

Fig. 58. Fall 6. Oberarmdefekt. 7 Monate nach Ersatz, kurz vor Entfernung des Transplantatsequesters.

Fig. 59. Fall 6. 2 Jahre nach Defektersatz.

Defektoperation am 22. 5. 1918. Bei der Freilegung des Defektes zeigt sich der Radialis in Schwielen eingebettet. Das untere Fragment ist breit, es läßt sich stufenförmig anfrischen, das obere Fragment läuft spitz zu, weshalb es mit Eröffnung der Markhöhle schräg angefrischt wird. Dabei stößt man auf einen kleinen, in Granulationen liegenden nekrotischen Splitter. Ein 18 cm langes, periostbekleidetes Knochenstück aus der Tibiakortikalis wird durch Drahtumschlingung in der Stufe des unteren Fragmentes befestigt, nachdem es in die Markhöhle des oberen Fragmentes eingekeilt und an den spitzen Enden desselben durch Drahtumschlingungen befestigt ist. Im ganzen Defektbereich ist kein erhaltenes Periost vorhanden.

Am 27. 5. 1918 staffelförmiger Temperaturanstieg. Öffnung der Wunde. Starke Eiterung in den folgenden Tagen, die jedenfalls ihren Ausgang von der entfernten Knochenekrose nimmt. Die Wunde schließt sich bis auf eine Fistel.

Mitte August 1918 zeigt sich abnorme Beweglichkeit und im Röntgenbild eine starke Arrosion des Transplantates in der Mitte mit Fraktur (Fig. 60). Unter feststellenden Verbänden heilt allmählich die Fistel und im Dezember 1918 ist auch die Fraktur des Transplantates fest verheilt, das im übrigen an Dicke und Dichte zugenommen hat und überall in breite Verbindung mit den Stümpfen getreten ist.

Demnach ist trotz einer schweren Eiterung ein großes Knochentransplantat samt den Drähten nicht nur eingeheilt, sondern auch eine durch die Eiterung entstandene Fraktur desselben zur festen Verheilung gekommen, so daß nach 7 Monaten das Röntgenbild die Zeichen der lebenden Einheilung bietet (Fig. 61).

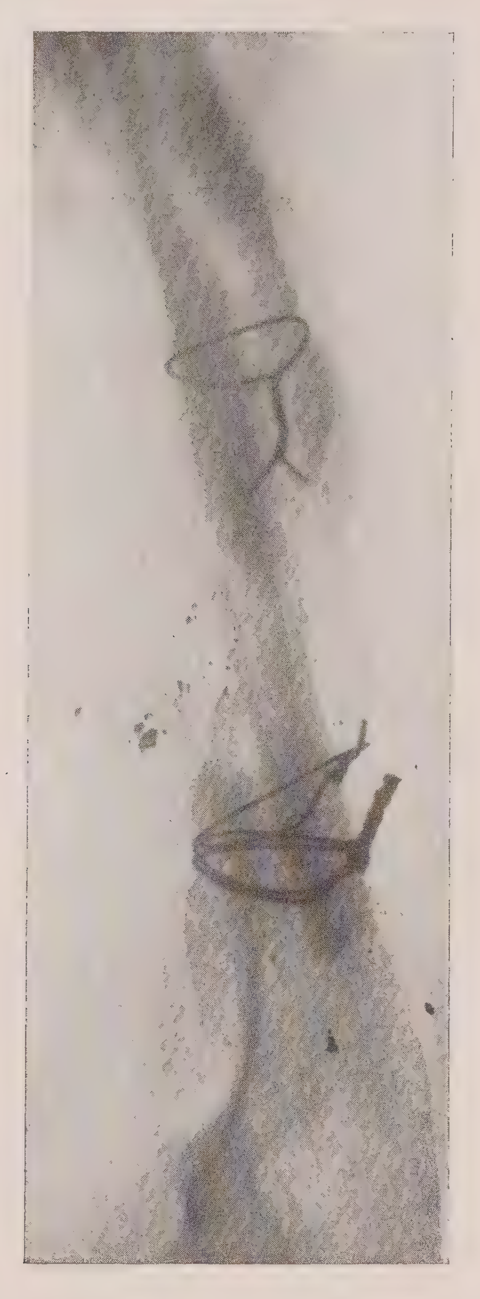


Fig. 60. Fall 7. Oberarmschußdefekt. Bruch des Transplantates nach Eiterung. 3 Monate nach Operation.



Fig. 61. Fall 7. Verheilung der Transplantatfraktur nach weiteren 4 Monaten.

d) Unterarmdefekte und Pseudarthrosen.

Die an beiden Knochen vorhandenen Defekte sind hier schwieriger zu ersetzen als die des einen Knochens. Man kann an beiden Knochen die Operation gleichzeitig oder in zwei Sitzungen ausführen. Es kann genügen, den Defekt des einen Knochens mit einem kräftigen Knochenersatzstück zu überbrücken (durch Bolzung oder Schienung), während die Enden des anderen Knochens nur angefrischt oder verzahnt werden, falls an ihnen kein Zwischenraum vorliegt. Um eine Synostose der beiden Knochen zu verhindern und eine baldige Funktionsübung im Sinne der

Rotation zu ermöglichen, muß die Vereinigung mit sehr kräftigen Knochenstücken und sehr fest vorgenommen werden. Da auch Narbengewebe, das zwischen beiden Knochen liegt, die Rotation verhindern kann, so muß es so weit wie möglich herausgenommen werden, worauf der Gewebsdefekt, ähnlich wie nach der Durchtrennung der Synostose mit Fettgewebe ausgefüllt wird. Nur in einem Fall (Fig. 62) beschränkte sich die Ver-

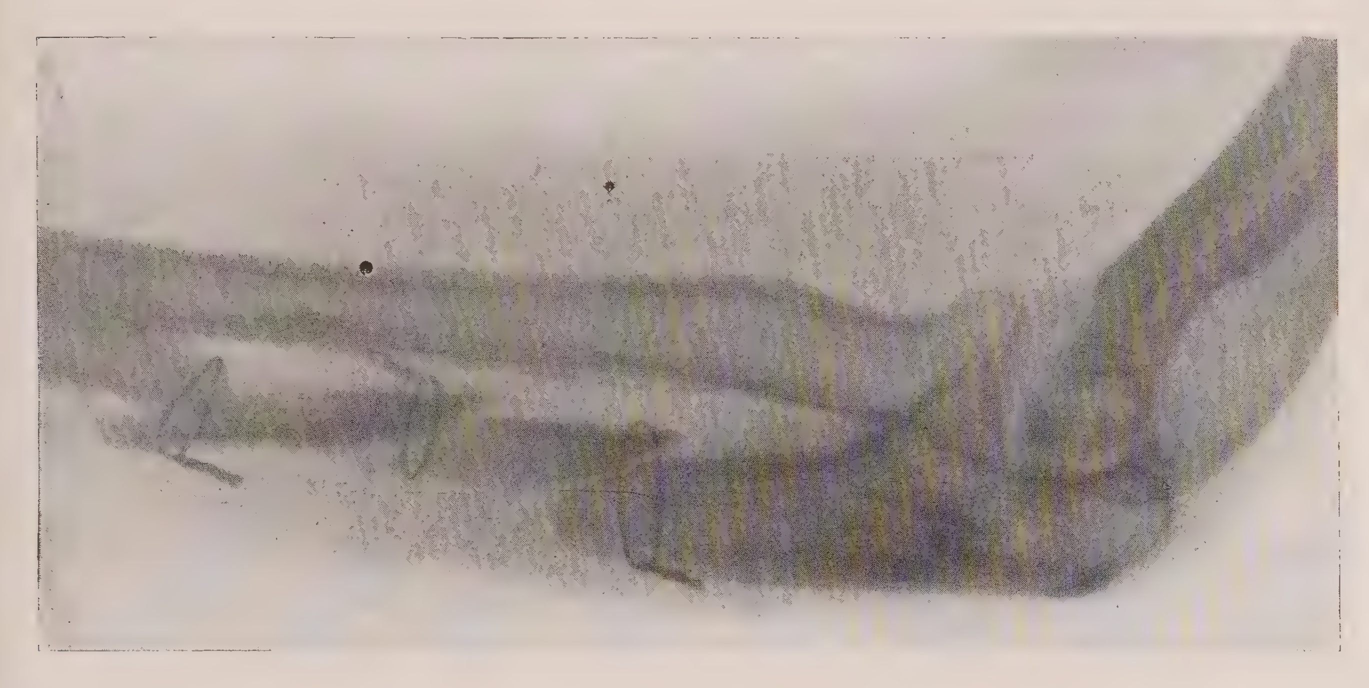


Fig. 62. Ulnadefekt nach Propellerverletzung. Ersatz durch 2 Knochenstücke. Festigung nach 10 Wochen.

letzung auf den Knochen, in allen übrigen gaben Nebenverletzungen der Sehnen und Nerven noch manchen Anlaß zu eingreifenden Operationen, die stets der Knochenvereinigung folgten. In mehreren Fällen waren diese Nebenverletzungen so bedeutend, daß wegen des Ausfalles der Nerven und ausgedehnter Defekte der Muskulatur nur das Zusammenheilen der Knochen mit Verkürzung erstrebt worden ist. Einige Fälle dieser Art kamen erst nach mehreren Jahren zur Operation mit vollständig versteiften Hand- und Fingergelenken und verletzten Armnerven. Bei der Unmöglichkeit die Nervenfunktion nach so langer Zeit wieder herzustellen, kam nur die Verbesserung der Stellung der Hand und Finger in Frage.

Bei den Defekten der Ulna oder des Radius hat die Operation nach Möglichkeit, d. h. so weit es die verkürzten Muskeln zulassen, die abnorme Handstellung nach der Seite, namentlich die Manus radio-flexa zu beseitigen. Auch hier liegen in der Regel Nebenverletzungen der Nerven und Sehnen oder zum mindesten Verwachsungen derselben vor, welche Nachoperationen erfordern. Die Schnittführung zur Freilegung des Knochendefektes erfolgt am besten an der radialen, bzw. ulnaren Seite.

Unter 32 Fällen handelte es sich zehnmal um Defekte beider Knochen. In allen Fällen kam es zur guten Einheilung, selbst bei einer ausgedehnten Dum-Dumverletzung, wobei trotz schwerer Infektion des Gewebes eine

völlige Wiederherstellung der Dienstfähigkeit erzielt wurde, nachdem das Knochenstück lebend eingeheilt war (s. Fig. 67—69). Bemerkenswert ist auch ein Fall von Ulnadefekt nach Propellerverletzung, wo der entnommene Tibiaspan wegen Brüchigkeit des peripheren Stumpfes sich als zu kurz erwiesen hatte und deshalb mit einem zweiten durch Drahtumschlingung verbunden als ganzes eingesetzt worden war; es kam trotzdem nach glatter Einheilung zur Festigung des Knochens, zu guter Funktion und zur Dienstfähigkeit (Fig. 62).

Beispiele:

1) Splitterfraktur des linken Radius mit Defekt. Infanterist P. Verwundet durch Infanteriegeschoß am 25. 9. 1914. Erster Verband nach einigen Stunden. 29. 9. 1914 Aufnahme ins Kriegslazarett Laon. 26. 10. 1914 Aufnahme (Fig. 63).



Fig. 63. Fall 1. Radiussplitterfraktur mit starker Verkürzung.

Befund: Linke Lunge durchschossen. Einschuß an der linken Brustwarze, Ausschuß am linken Schulterblatt, keine wesentlichen Erscheinungen mehr.

Am linken Unterarm an der Radialseite, handbreit oberhalb Handgelenk, über dem gebrochenen Radius eine gut granulierende Hautwunde. Nach deren Heilung am

28. 1. 1915 Operation: (Begründung: Über dem unteren Drittel des Radius befindet sich eine daumenbreite, mit dem Knochen verbundene, 10 cm lange Narbe. Der Knochen ist verkürzt, so daß die Hand beträchtlich nach der Radialseite verschoben steht und das untere Ende der Ulna weit vorspringt. Die Beweglichkeit des Handgelenkes ist stark beeinträchtigt.) Exzision der Hautnarbe. Zwischen der großen Strecksehne des Daumens und dem Abductor poll. long. befindet sich eine vorspringende, die erstere Sehne überragende Knochenzacke. Der dorsale Ast des Nervus radialis muß von den am Knochen festsitzenden Narben gelöst werden. Das untere Ende des Radius, welches schräg zuläuft und etwa 4 cm lang ist, ist narbig mit der Ulna verwachsen. Das obere Ende liegt spitz zulaufend etwa 10 cm davon. Der ganze Zwischenraum ist mit feinen Splittern und Narben gefüllt. Periost und periostale Wucherung finden sich nur an einzelnen Stellen. Das obere Ende wird quer, das untere schräg angefrischt. Die Splitter werden mit den Narben entfernt. Der ganze Defekt des Radius beträgt danach 11 cm. Da in diesem Defekt nur sehr wenig Periost liegt, wird zur Feststellung

und zum Ersatz das Ersatzstück aus der vorderen Tibiakante samt Periost gewonnen. Es wird unten schräg gebildet, um hier in die Spongiosa der Epiphyse eingefügt zu werden Am oberen Ende dagegen wird mit dem Bohrer ein Kanal hergestellt, entsprechend der Markhöhle, und in diesem ein Knochensplitter von etwa 4 mm Durchmesser eingetrieben, welcher die Vereinigung mit den Schaftenden besorgt. Nach Einfügen des Ersatzstückes stehen die Handgelenkenden der Vorderarmknochen normal. Die Periostreste werden möglichst genau am Ersatzstück vereinigt. Vollständige Hautnaht (Fig. 64).

16. 2. 1915: Nach guter Heilung steht das Ersatzstück schon beinahe fest, so daß Bewegungsübungen mit dem Handgelenk begonnen werden können und auf feststellende Verbände verzichtet wird.

20. 3. 1915: Ersatzstück fest eingeheilt. Stellung der Hand gut. Aktive Pro- und Supination, Handgelenk- und Fingerbewegungen etwa zur Hälfte erreicht.

15. 5. 1915: Nach Erreichung guter Gelenkbeweglichkeit und nach Kräftigung der Muskulatur dienstfähig entlassen.

2) Radiusdefekt durch Querschläger. Offizierstellvertreter Sp. 6. 9. 1914 verletzt durch Querschläger am rechten Vorderarm mit großen Weichteilwunden oberhalb des Handgelenks über dem Radius und an der Beugeseite. 2 Wochen lang Behandlung in einem Feldlazarett, angeblich mit feuchten Verbänden. Vom 28. 9. 1914 ab Behandlung in einem Reservelazarett bis zur Heilung der Wunden. 5. 2. 1915 Aufnahme.



Fig. 64. Fall 1. 3 Wochen nach Defektersatz.

Befund: Die rechte Hand steht in starker radialer Abduktionsstellung. An der Dorsalseite eine 7 cm lange, über den Radius verlaufende und mit ihm verbundene Narbe. Gegenüber an der Beugeseite eine 6 cm lange, mit den Beugesehnen verwachsene Narbe. Der Radius ist etwa 3fingerbreit oberhalb der Gelenkenden des Handgelenks gesplittert. Das untere Ende liegt dicht an der Ulna (Fig. 65). Die Finger stehen in Beugekontraktur und können nicht gestreckt werden. Die Hand steht in Beuge- und Pronationsstellung fest, Supination unmöglich.

9. 2. 1915 Operation: (Begründung: Es besteht Pseudarthrose des Radius mit narbiger Verwachsung der Beugesehnen und Kontrakturstellung der Hand und Finger.) Die Narbe an der Dorsalseite wird ausgeschnitten und der Schnitt nach unten und oben verlängert. Freilegung der Daumensehnen aus der umgebenden Narbe. Sodann Exzision der Narbe über den Beugesehnen, Lösung derselben im Zusammenhang aus der Umgebung und Fettgewebseinlagerung unter die Sehnen des Fl. profundus. Die Lösung der einzelnen Gebilde voneinander zur Fetteinlagerung muß auf später verschoben werden. Nachdem die Narbenmassen unter möglichster Schonung der Periostreste aus der Pseudarthrose entfernt sind, ergibt sich ein Defekt des Radius von 4 cm Länge. Das untere Ende ist quer, das obere schräg gebildet. Beide Enden werden angefrischt. Da der Knochendefekt nur wenig Periost enthält, wird das Ersatzstück

von etwa 7 cm Länge mit Periost der vorderen Tibiakante entnommen. Es wird in den unteren Stumpf eingekeilt, oben schräg angefrischt und dort mit der schrägen Fläche des oberen Stumpfes durch eine Drahtschlinge befestigt. Auch am unteren Ende wird eine Drahtschlinge herumgelegt, da die Kortikalis sehr nachgiebig ist. Nach

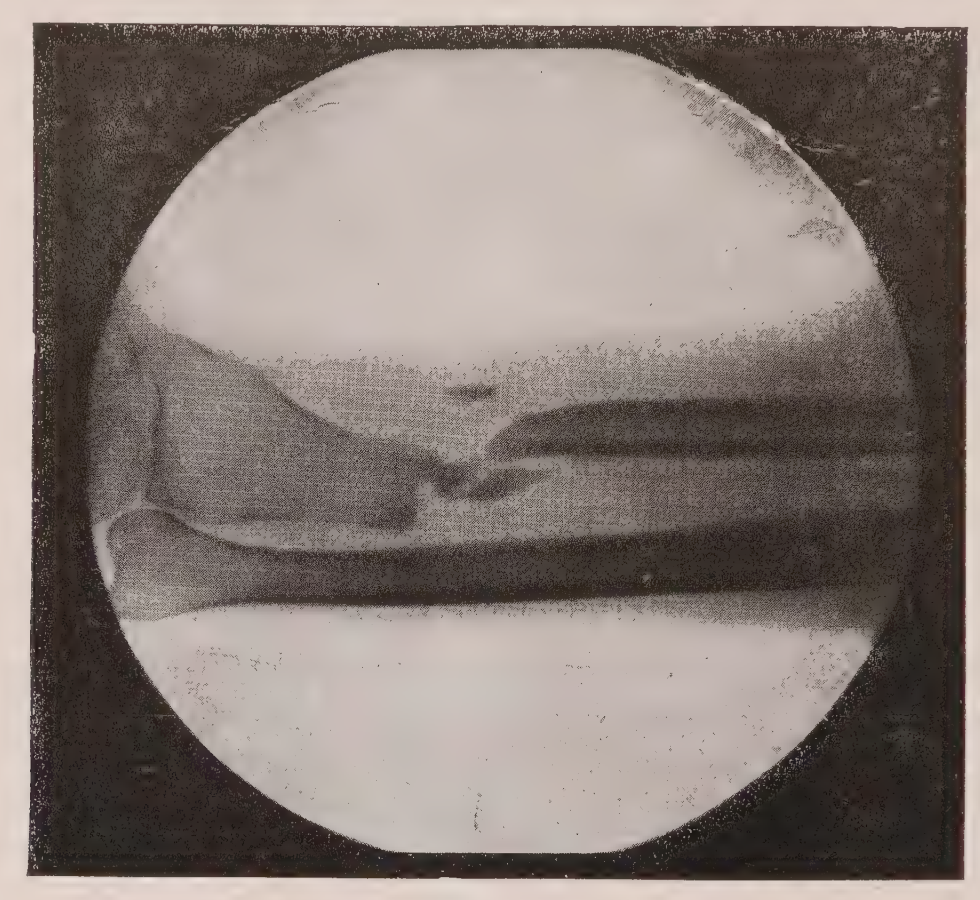


Fig. 65. Fall 2. Radiusdefekt.

Einfügen des Ersatzstückes steht die Hand normal. Vollständige Naht, Pappschienenverband mit Heftpflasterschlingen an den Fingern in Streckstellung (Fig. 66).

16. 2. 1915: Nach gutem Verlauf vollständige Wundheilung.

15. 3. 1915: Ersatzstück fest eingeheilt. Tendolyse der Beugesehnen mit Fettgewebsumhüllung.

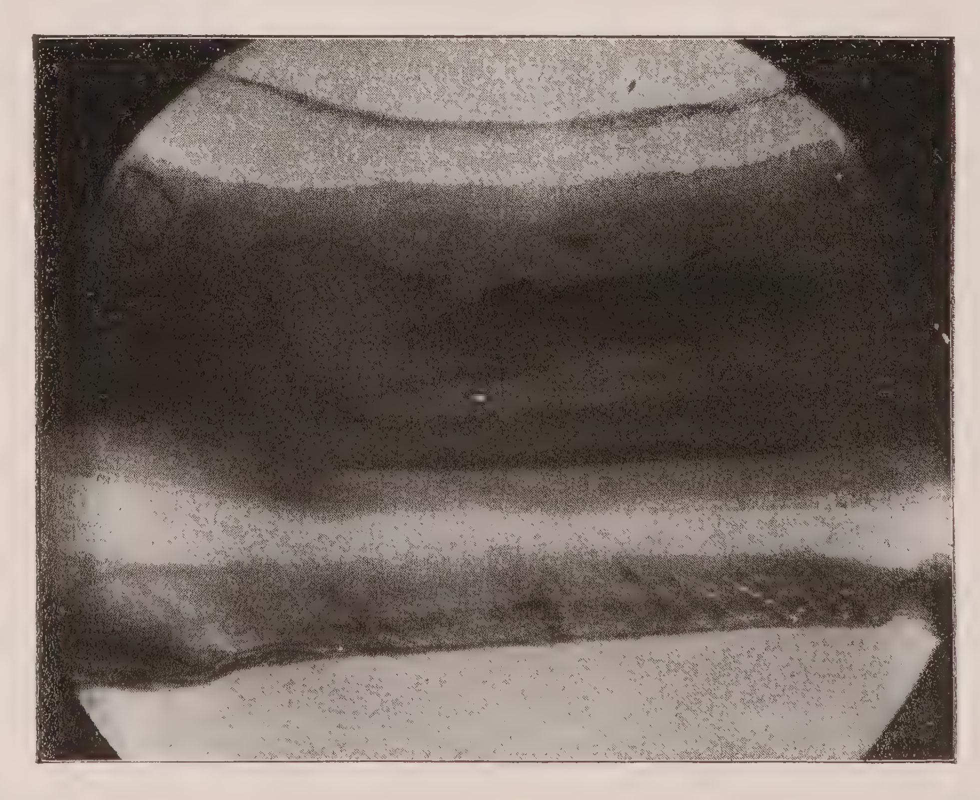


Fig. 66. Fall 2. Nach Defektersatz.

21.5.1915: Stellung der Hand sehr gut. Die freie Gelenkbeweglichkeit ist bisher nicht erreicht worden. Das Handgelenk gibt einen Bewegungsausschlag von etwa 20 Grad. Die Supination des Unterarmes ist aktiv nur beschränkt möglich. Völlig versteift sind die Grundgelenke der Finger. In ein Heimatlazarett verlegt.

3) Großer Defekt der Ulna durch Dum-Dumverletzung. 24jähriger Unteroffz. Tw. Verwundung am 18. 8. 1914. Starke Eiterung mit Entfernung von Knochensplittern und Bleistückchen. Nachdem durch große Spaltung der Knochendefekt unter Exzision der mit Fremdkörpern und Schmutz verunreinigten Narben freigelegt und die Wunde unter starker Eiterung zur Heilung gekommen war, wird am 1. 3. 1915 der Defektersatz mit Hilfe eines periostgedeckten Spanes der Tibiakante vorgenommen. Stufenförmige Anfrischung der Knochenenden und Drahtumschlingung. Die beiden periostgedeckten Seiten der Tibiakante liegen dabei so, daß sie nach der Radial- und nach der Beuge- und Streckseite sehen, während die freie Seite des Knochentransplantates ulnarwärts sieht. Trotz abermals auftretender Eiterung und



Fig. 67. Fall 3. Ulnadefekt durch Dum-Dum-Verletzung.

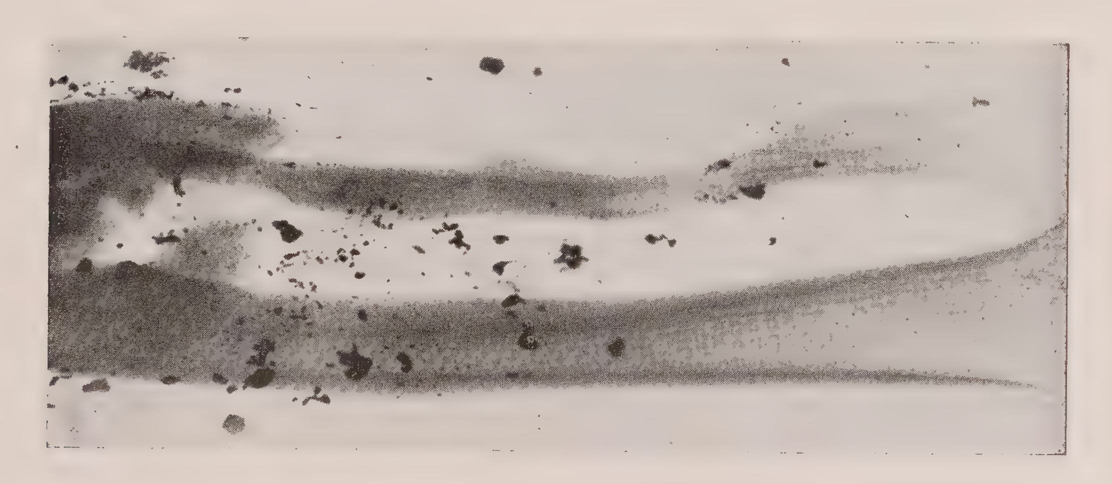


Fig. 68. Fall 3. 6 Monate nach Defektersatz.

Fistelbildung mit Abstoßung einzelner Fremdkörper kommt es zur festen Einheilung und Vernarbung der Wunde, so daß im September 1915 die Entlassung in die Garnison erfolgen kann (Fig. 68). Der Fall ist ein Beispiel für die erfolgreiche Transplantation bei einem stark verunreinigten Knochendefekt mit Hilfe der zweizeitigen Operation.

Beim Vergleichen des Röntgenbildes vom September 1915 (6 Monate nach der Operation) und dem vom Februar 1918 (fast 3 Jahre nach der Operation, Fig. 69) sieht man, daß das Transplantat mit den beiden Stümpfen fest verwachsen ist, daß es sich unter Annahme einer gewundenen Kontur etwas verbreitert und erheblich verdichtet hat. Vom unteren Radiusstumpf ist eine breite Kallusmasse entstanden, welche nach der

Röntgenaufnahme eine Synostose mit der Ulna vermuten läßt, doch schreibt Herr Professor Hotz, der den Fall zuletzt behandelt hat, das funktionelle Resultat sei ausgezeichnet.

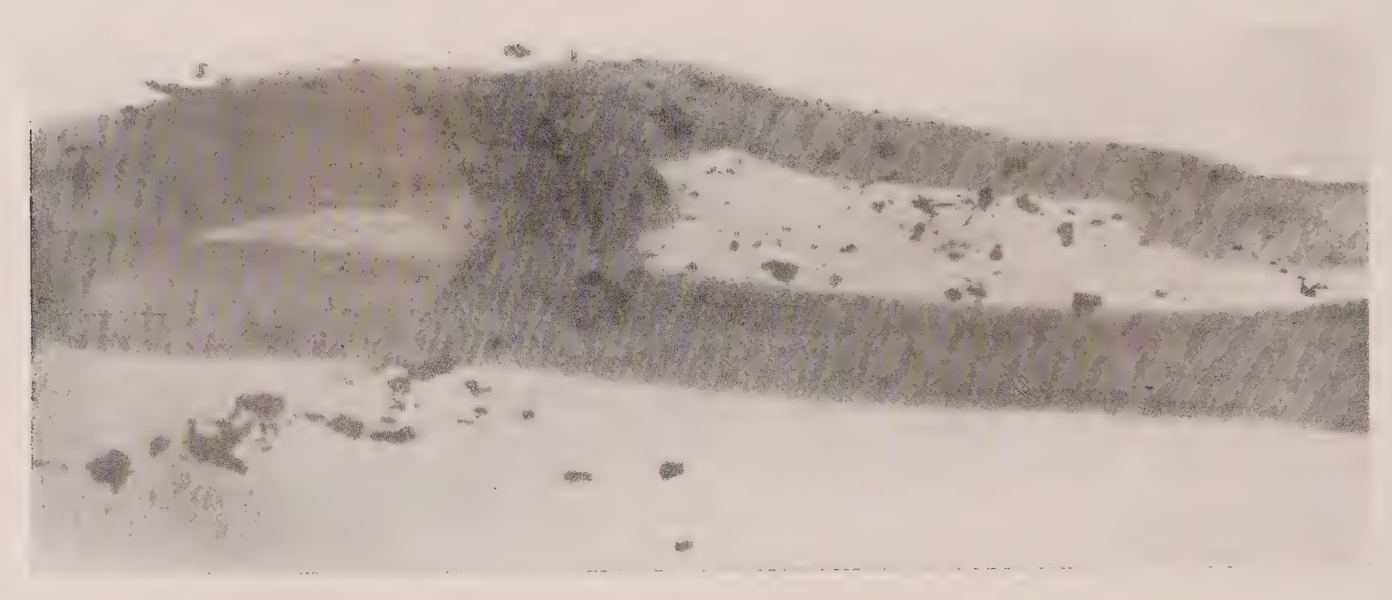


Fig. 69. Fall 3. 3 Jahre nach der Operation.

4) Radiusdefekt nach Schußverletzung. 24jähriger Ltn. D. Verwundung am 17. 12. 1914. Langdauernde Eiterung und Sequesterausstoßung (Fig. 70).

Operation am 25. 3. 1916, nachdem seit 2 Monaten keine Fistel mehr aufgetreten war. Ausräumung des Defektes und Schienung mit einer periostbekleideten Tibiaplatte von 15 cm Länge (Fig. 71). Am 2. 5. 1916 (nach 5 Wochen) sieht man bei der Durchleuchtung, daß der ganze Radius bei der Pro- und Supination mit folgt. Die Drähte werden herausgenommen. Nach Bewegungsübungen im August 1916 dienstfähig entlassen. Nach 22 Monaten zeigt sich das Transplantat (Fig. 72) mit den Stümpfen unter Verwischung der Grenzen gut verbunden. Beweglichkeit gut.

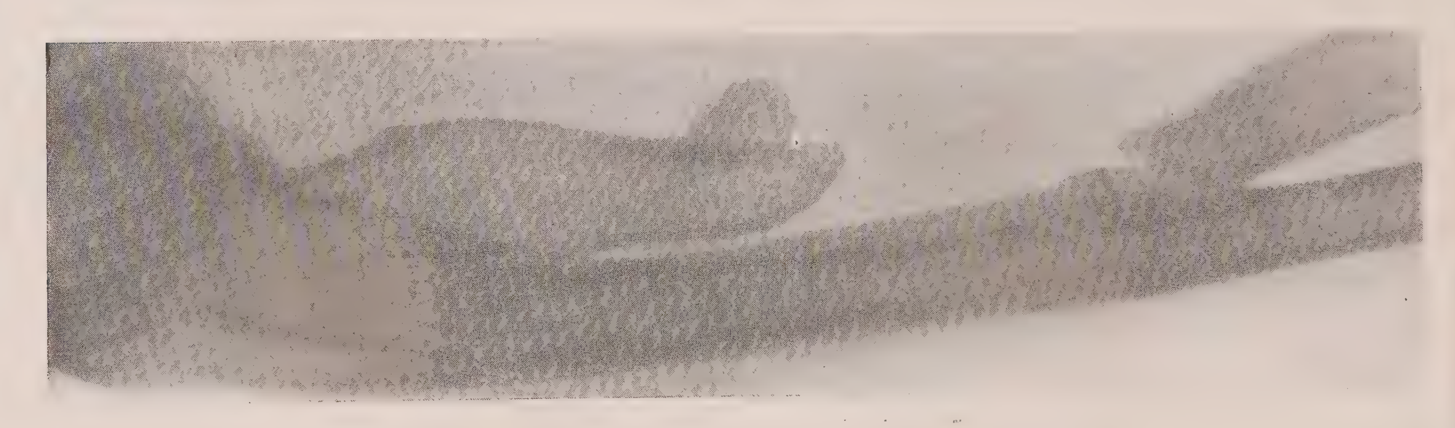


Fig. 70. Fall 4. Radiusschußdefekt.

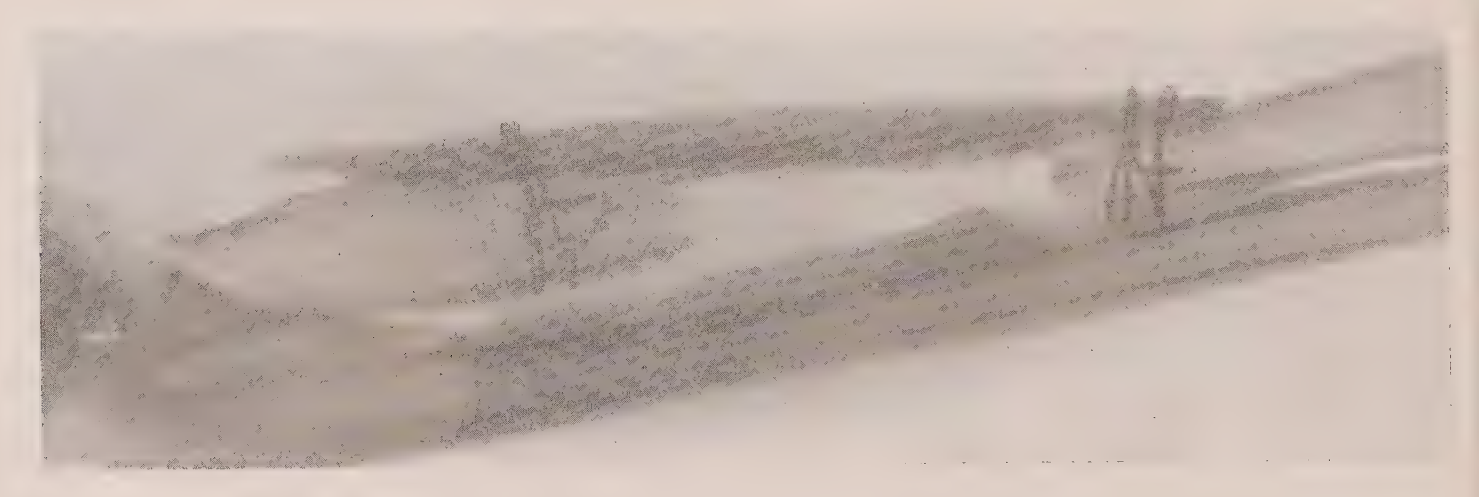


Fig. 71. Fall 4. 5 Wochen nach Defektersatz.

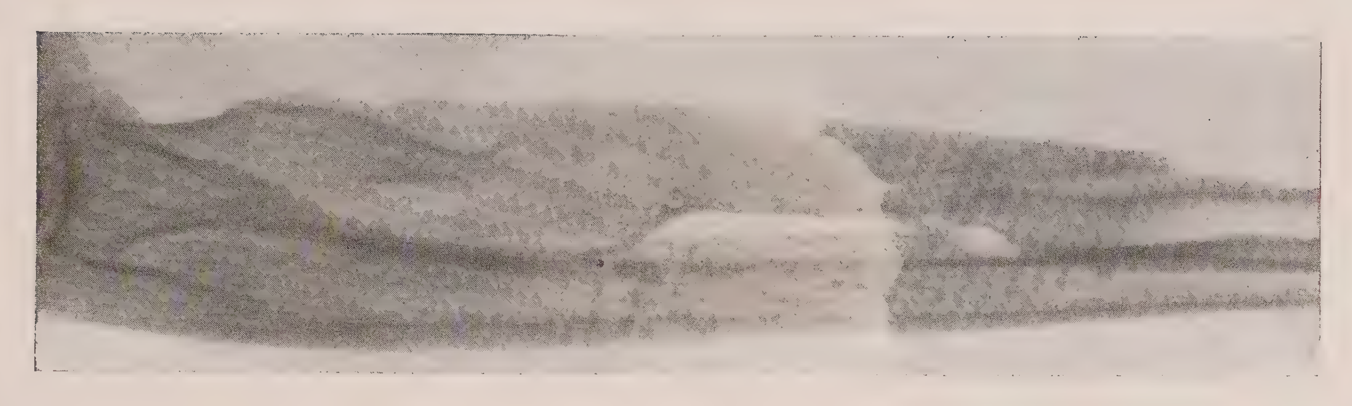


Fig. 72. Fall 4. 22 Monate nach Defektersatz.

5) Defekt der linken Ulna nach Granatsplitterverletzung. Stabsarzt B. Verwundung am 23. 6. 1916 durch Granatsplitter am linken Unterarm. Defektersatz durch Knochentransplantation Ende 1916 in einem Kriegslazarett erfolglos. Sehnenlösung und Neurolyse des Nervus medianus. Bäderaufenthalt in der Heimat. Aufnahme in die chirurgische Klinik zu Jena im Januar 1918.

Befund: Defekt des mittleren Drittels an der Ulna (Fig. 73). Schädigung des Nervus medianus und ulnaris.



Fig. 73. Fall 5. Ulnaschußdefekt mit dem Rest eines resorbierten Transplantates.

18. 1. 1918 Operation: Knochendefektersatz. Nach Ausschneiden der alten Narbe an der Streckseite der Ulna werden die konisch zulaufenden atrophischen Stümpfe leicht gefunden, stufenförmig angefrischt und die Narbenmassen aus dem Gebiet des Defektes beseitigt. Der kleine, auch im Röntgenbild sichtbare längliche Knochensplitter innerhalb des Defektes, der den Rest des früheren Transplantates darstellt, wird trotz Entfernung der Narbenmassen nicht gefunden. Der Defekt in Ausdehnung von 8 cm wird mit einem kräftigen periostgedeckten Tibiaspan ersetzt, der 3 cm breit, 1 cm dick und etwa 14 cm lang ist. Er wird in den dorsalwärts angebrachten Stufen mit dem Periost nach der Streckseite zu eingepaßt und hier durch Drahtschlingen festgehalten. Nachdem die Weichteile der Beugeseite dicht herangenäht sind, wird die Haut fortlaufend geschlossen. Blattsilber. Trockener aseptischer Schienenverband.

Nach guter Heilung Ende der 4. Woche wird die Lösung der vernarbten Sehnen und Nerven mit Fettgewebsumhüllung vorgenommen.

12. 6. 1918 in die Heimat entlassen mit guter Beweglichkeit des Hand- und Ellbogengelenkes. Supination vollständig, Pronation zur Hälfte möglich (s. Fig. 76, 77). Knochenersatz ausgezeichnet fest. Das Röntgenbild (Fig. 74) am Tage nach der Operation zeigt, daß das eingepflanzte Knochenstück fast doppelt so breit wie die Breite

der Ulna ist. Nach 3 Monaten ist bereits zu sehen, daß eine Verschmälerung des Transplantates eintritt, aber auch eine Verdichtung und ein Übergang der Konturen an den Enden in die periostalen Wucherungen der Stümpfe. Weitere 2 Monate später, also im ganzen 5 Monate nach der Transplantation, ist die Verschmälerung des Transplan-

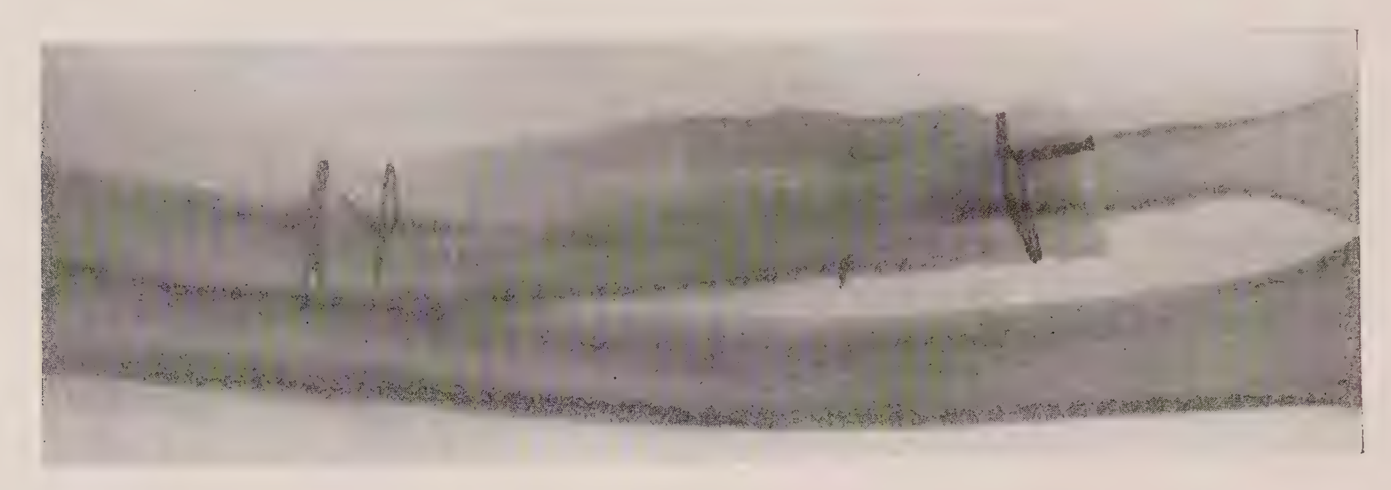


Fig. 74. Fall 5. Am Tage nach der Operation.

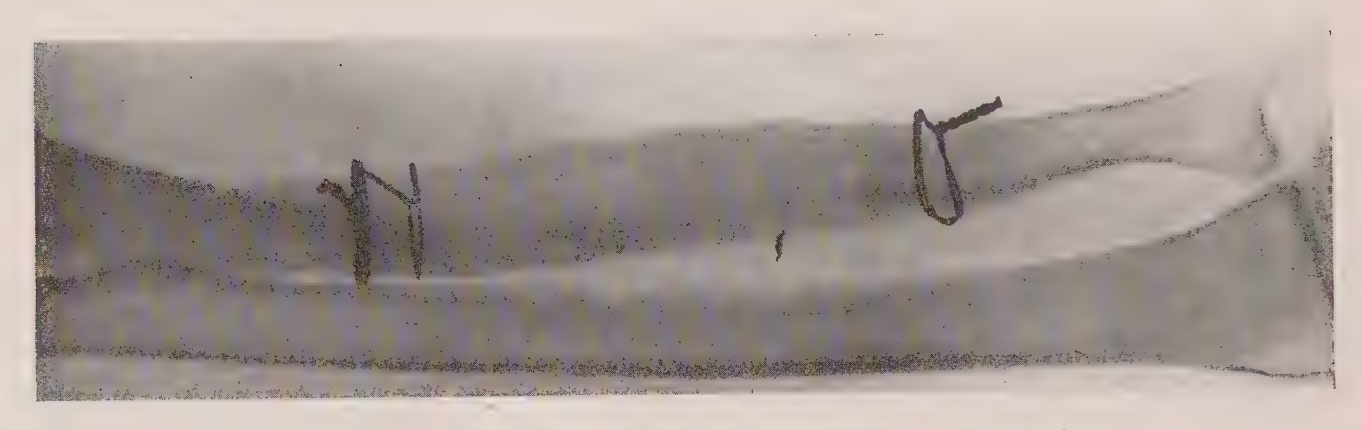


Fig. 75. Fall 5. 5 Monate nach dem Defektersatz.



Fig. 76. Fall 5. Supination. Fig. 77. Fall 5. Pronation.

tates, ebenso wie seine Verdichtung noch weiter fortgeschritten, die Transplantatenden stehen nicht mehr mit ihren Ecken über die Konturen der Knochenstümpfe hinaus, sondern gehen in gerader Linie in diese über (Fig. 75). Die periostalen Auflagerungen der Stümpfe sind stark verdichtet. Die leicht gewundene Kontur des Transplantates zusammen mit dem tadellosen Verwachsen an den Stumpfenden und der zunehmenden Verdichtung im Röntgenbild darf als Beweis der lebenden Einheilung angesehen werden. Bei der Entlassung waren die Störungen von seiten des Medianus und Ulnaris trotz Nervenlösung noch nicht gehoben.

6) Ulnadefekt mit starker Dislokation des oberen Endes und Radiusluxation. 36jähriger Oberlt. W. Verwundet am 11. 11. 1914 durch Gewehrschuß am rechten Vorderarm. Starke Eiterung, Fisteln erst nach 1 Jahr verschlossen. Gleichzeitig Verletzung des Nervus ulnaris, weshalb im Juli 1916 anderwärts ein Edinger-Röhrchen eingelagert worden war, ohne jeden Erfolg. Jetzt starke Atrophie im Ulnarisgebiet und Krallenstellung des 4. und 5. Fingers. Der Unterarm steht zum Oberarm in starker Adduktionsstellung, teils durch die Radiusluxation, teils durch die

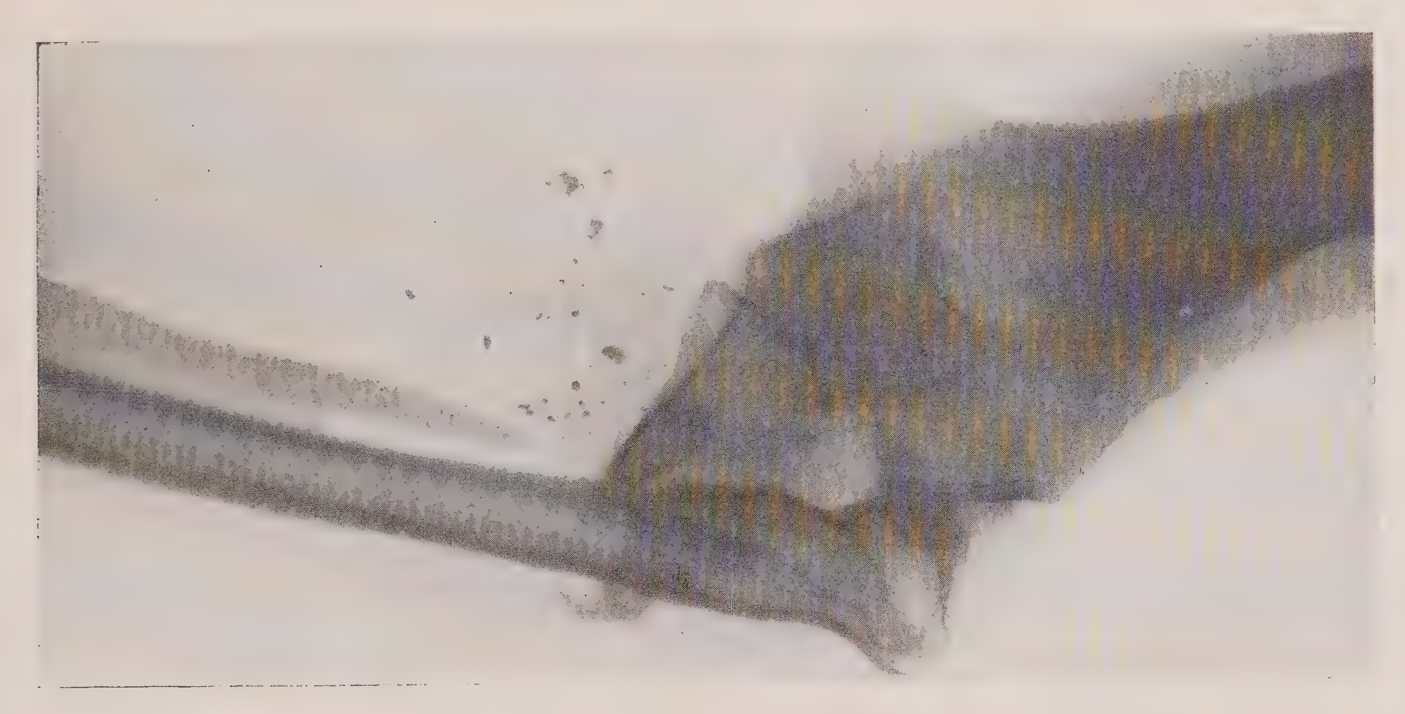


Fig. 78. Fall 6. Ulnaschußdefekt mit starker Dislokation des oberen Endes und mit Radiusluxation.

Vernarbung über dem im oberen Drittel der Ulna befindlichen Knochendefekt. Bewegungen im Handgelenk gut. Der Unterarm steht in Pronationsstellung mit ganz geringer Supinationsmöglichkeit. Beugung des Unterarmes bis zum rechten Winkel möglich, die Streckung ist nicht vollständig zu erreichen. Auf der Röntgenaufnahme (Fig. 78) sieht man im Ulnadefekt noch Bleispritzer liegen. Der Gelenkteil der Ulna erscheint radialwärts sehr stark verschoben wegen der starken Adduktionsstellung des Radius und auf der Rückseite des Radius knöchern verwachsen. Der untere Stumpf läuft spitz zu.

Operation am 14. 10. 1918. Zuerst wird das Radiusköpfchen freigelegt und in Ausdehnung von 4 cm das obere Radiusende reseziert. Aber auch nachdem die knöcherne Verwachsung mit der Ulna durchtrennt ist, gelingt es nicht völlig, den Unterarm in die Verlängerung der Humerusachse zu bringen. Dies kann erst erzielt werden, nachdem durch einen Schrägschnitt über die Rückseite der Ulna hinweg ein großer Teil des oberen Ulnastumpfes reseziert ist. Die Freilegung des unteren Ulnafragmentes durch eine Verlängerung des Schnittes auf der ulnaren Kante entlang bietet keine Schwierigkeiten. Der ganze Defekt ist anstelle der früher eingelagerten Edinger'schen Röhre mit derbem weißen Narbengewebe ausgefüllt. Nachdem das atrophische, spitz zulaufende Ende reseziert ist, muß zwischen beiden Stümpfen ein Defekt von 10 cm Länge

ersetzt werden. Dies geschieht durch einen 15 cm langen, die ganze Breite der vorderen Tibiafläche einnehmenden Kortikalisspan, dessen Periostseite volarwärts gelagert wird. Seine Befestigung wird am Olekranon in einer tiefen Längskerbe ausgeführt, in der das obere, natürlich seines Periostes entkleidete Transplantatende durch eine Drahtnaht festgehalten wird. Die Drahtschlinge wird durch das Olekranon hindurchgeführt. Die Befestigung am unteren Stumpf geschieht auf der Volarseite des letzteren mit Hülfe von zwei Drahtumschlingungen, so daß die nicht periostbekleidete Seite des Transplantates unmittelbar mit dem Knochen des Ulnastumpfes in breite Berührung kommt, während das volarwärts abgehebelte Stumpfperiost mit dem Transplantat vereinigt wird. Schwierig ist das Herannähen des Periostes sowohl wie der mit ihm in Verbindung stehenden Weichteile um den unteren Ulnastumpf und um das Transplantat im Bereiche des Defektes. Wegen der ausgedehnten Vernarbung war es nicht möglich, das ganze Transplantat mit gesunden Weichteilen zu umbetten, eine Strecke weit liegt es deshalb unmittelbar unter der Haut, die sogar an einer Stelle eine unregelmäßige Narbe aufweist.

20. 11. 1918: Nach 4 Wochen erlaubt es die günstige und fistellose Heilung den bisher angelegten feststellenden Verband zum Abnehmen einzurichten, damit täglich aktiv und passiv bewegt und die Muskulatur massiert werden konnte (Fig. 79).

28. 12. 1918: Gute Beweglichkeit im Ellbogen bei noch beschränkter Pronation. Noch in Behandlung.



Fig. 79. Fall 6. 4 Wochen nach dem Defektersatz.

7) Radius- und Ulnaschußfraktur mit Splitterung. Feldwebel Schw. Verletzt am 11. 11. 1914 am linken Unterarm durch Gewehrschuß. 16. 11. 1914 Aufnahme.

Befund: Durchschuß zwischen dem mittleren und unteren Drittel des Vorderarmes, kleiner Einschuß über der Ulna mit Schorf bedeckt, größerer Ausschuß an der Radialseite, eiternd, Umgebung entzündet. Splitterfraktur beider Vorderarmknochen mit starker Verschiebung der Splitter (Fig. 80).

8. 12. 1914: Operation nach vollkommener Vernarbung der Wunden (Begründung: Drohende Verwachsung der beiden Knochen). Freilegung des Radius, Entfernung einiger nekrotischer Knochenstücke, schräge Anfrischung beider Knochenstümpfe, ebenso mit einem zweiten Schnitt von der Ulnaseite aus Freilegung der Bruchstelle der Ulna. Auch hier Entfernung einiger kleiner Splitter, alter Blutmassen und Narben.

Zur Knochenvereinigung wird ein 8 cm langes Stück aus der 10. Rippe entnommen und zwar auf der Außenseite samt Periost. Dieses wird der Länge nach mit Messer und Hammer geteilt. Mit dem einen Stück wird der Radius gebolzt, danach mit dem anderen die Ulna geschient. Feststellender Verband.

Heilung per primam. Nach 4 Wochen Fortlassen des Verbandes. Massage, Be-

wegungsübungen. Die Röntgenaufnahme zeigt noch einen kleinen Splitter zwischen Radius und Ulna, dessen Entfernung nachträglich geplant wird (Fig. 81).

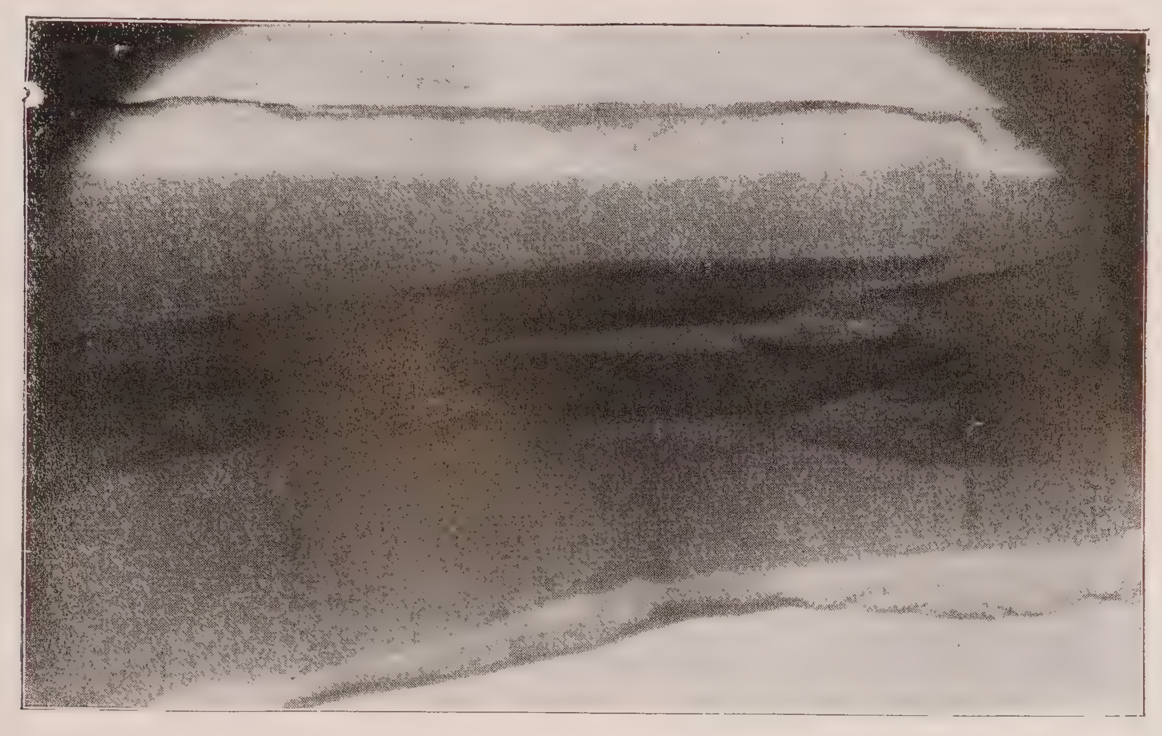
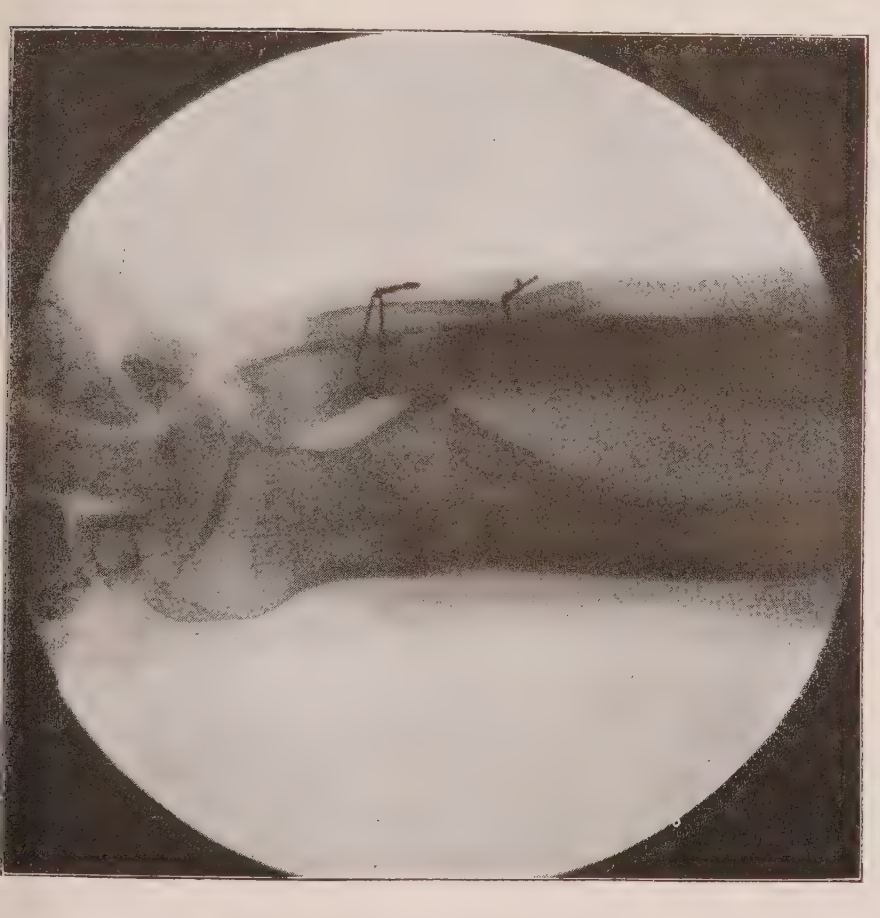


Fig. 80. Fall 7. Radius- und Ulnaschußfraktur mit Splitterung.



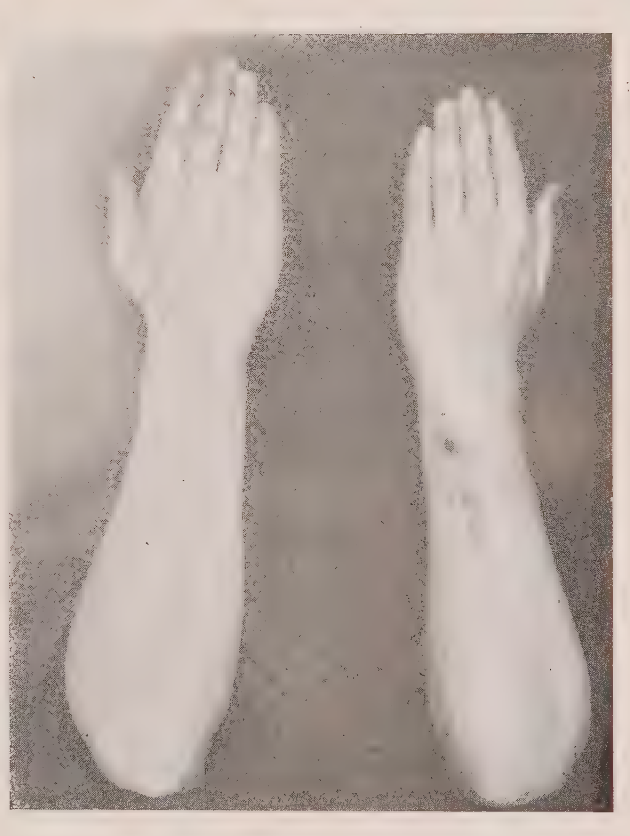


Fig. 81. Fig. 82.

Fig. 81. Fall 7. 4 Wochen nach der Operation (Bolzung des Radius, Schienung der Ulna mit Rippenstücken).

Fig. 82. Fall 7. Stellung des Unterarmes bei der Entlassung.

1. 2. 1915: Gute Stellung der Bruchenden, Handgelenkbeweglichkeit noch etwas behindert. Da ausgezeichnete Pro- und Supination vorhanden, wird die Entfernung des Splitters unterlassen.

1. 3. 1915: Arm und Hand kräftig geworden, Beweglichkeit sehr gut bis auf geringe Beschränkung der Beugung der Hand. Dienstfähig entlassen (Fig. 82).

8) Pseudarthrose von Radius und Ulna im unteren Drittel nach Schußverletzung mit starker Verbiegung des Unterarmes nach der Radialseite. Hauptmann v. G. Verwundet am 24. 11. 1914, zwei Mal vergeblich operiert. Nach langdauernder Eiterung erste Operation (außerhalb) am 27. 7. 1915 durch Anfrischung und Knochennaht, ohne Erfolg. Zweite Operation (außerhalb) am 21. 2. 1916 mit Bolzung (fraglich, ob an beiden Knochen) mit Hilfe eines Knochenstückes aus dem Schienbein, ohne Erfolg (Fig. 83, 84). Dritte Operation am 29. 1. 1917 in meiner Klinik, wobei wegen der starken Verkürzung des Radius zunächst nur die Pseudarthrose und der Defekt dieses Knochens durch Schienung mit einem kräftigen Tibiastück vorgenommen wird (Fig. 85). Ausräumung der Ulnapseudarthrose folgt erst 3 Monate später, nach völliger Festigung des Radius. Die Vereinigung läßt sich hier durch Verzahnung erreichen (Fig. 86). Bei der Entlassung im April 1917 sieht man im Röntgenbild, daß Radius und Ulna bei der völlig ausführbaren Supination und der um die Hälfte beschränkten Pronation sich in ihrer Gesamtheit bewegen und demnach an beiden Pseudarthrosen völlige Festigung eingetreten ist (felddienstfähig).

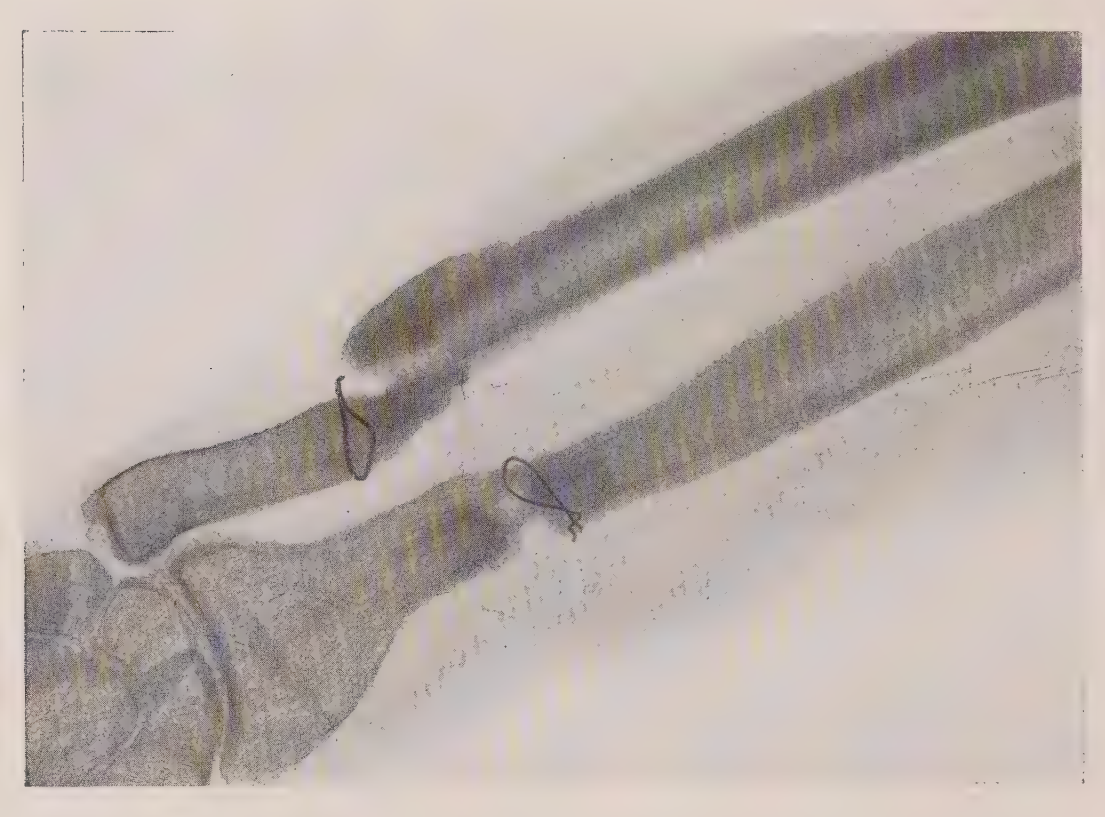


Fig. 83. Fall 8. Zweimal vergeblich operierte Unterarmpseudarthrose.

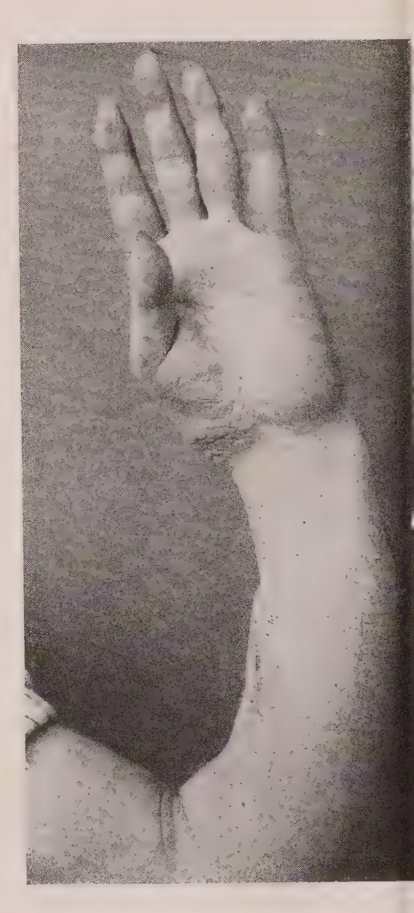


Fig. 84. Fall 8.

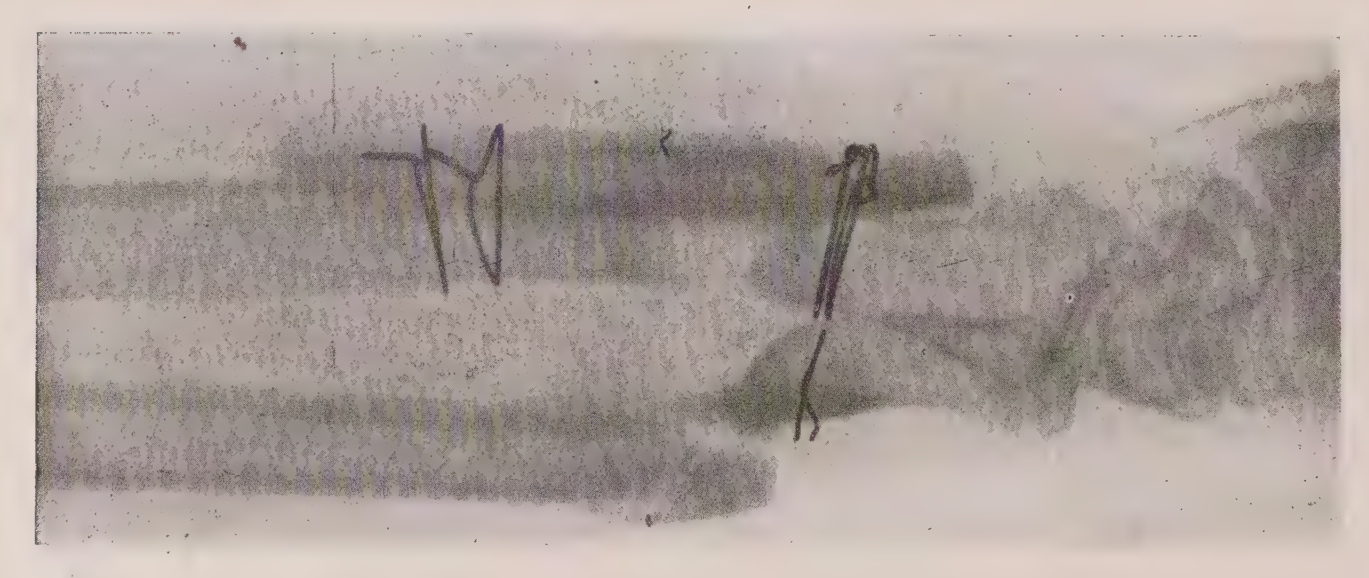


Fig. 85. Fall 8. 2 Monate nach Schienung des Radius.

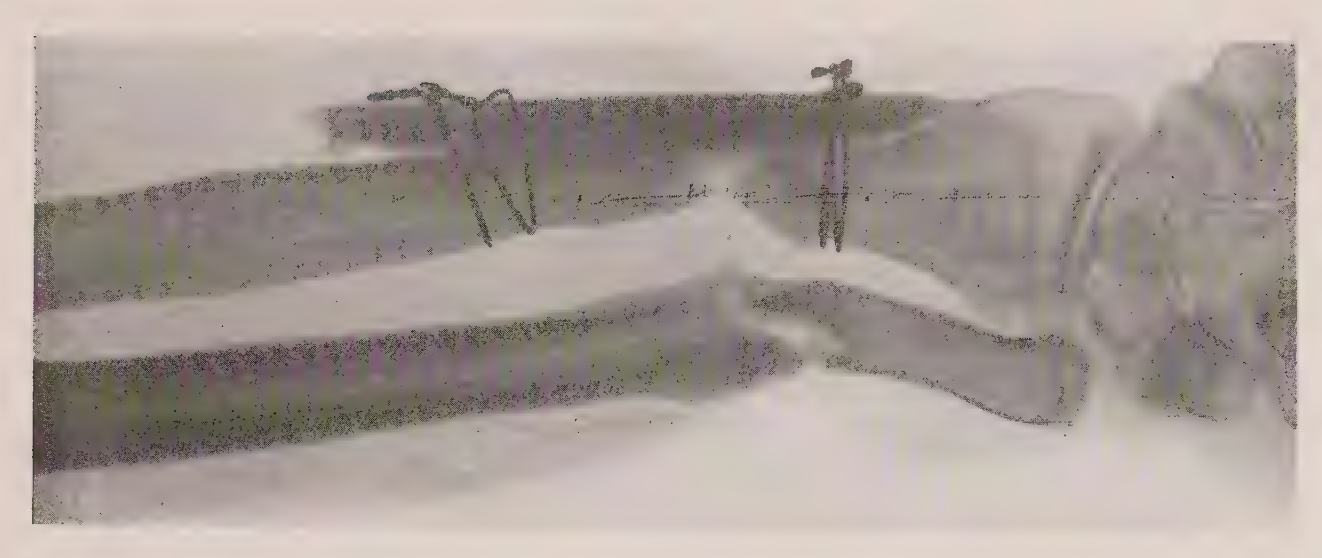


Fig. 86. Fall 8 nach 3 Monaten, Ausräumung der Ulnapseudarthrose und Verzahnung.



Fig. 87. Fall 8. 18 Monate nach Schienung des Radius.



Fig. 88. Fall 8. Pronation.



Fig. 89. Fall 8. Supination.

22. 7. 1918: Wiedervorstellung 18 Monate nach Schienung des Radius. Gute Gebrauchsfähigkeit des Armes und der Hand (Reiten); siehe Fig. 87, 88, 89.

9) Radius- und Ulnadefekt am linken Arm nach Granatsplitterverletzung. 23jähriger Gefreiter W. Verwundung am 27. 8. 1917 durch Granatsplitter am linken Arm neben Ellbogenfraktur am rechten Arm infolge Falles bei der Verletzung. Nach langwieriger Eiterung mit Auseitern von Sequestern in vernarbtem Zustand auf Wunsch in die chirurgische Klinik zu Jena verlegt (Fig. 90, 91).

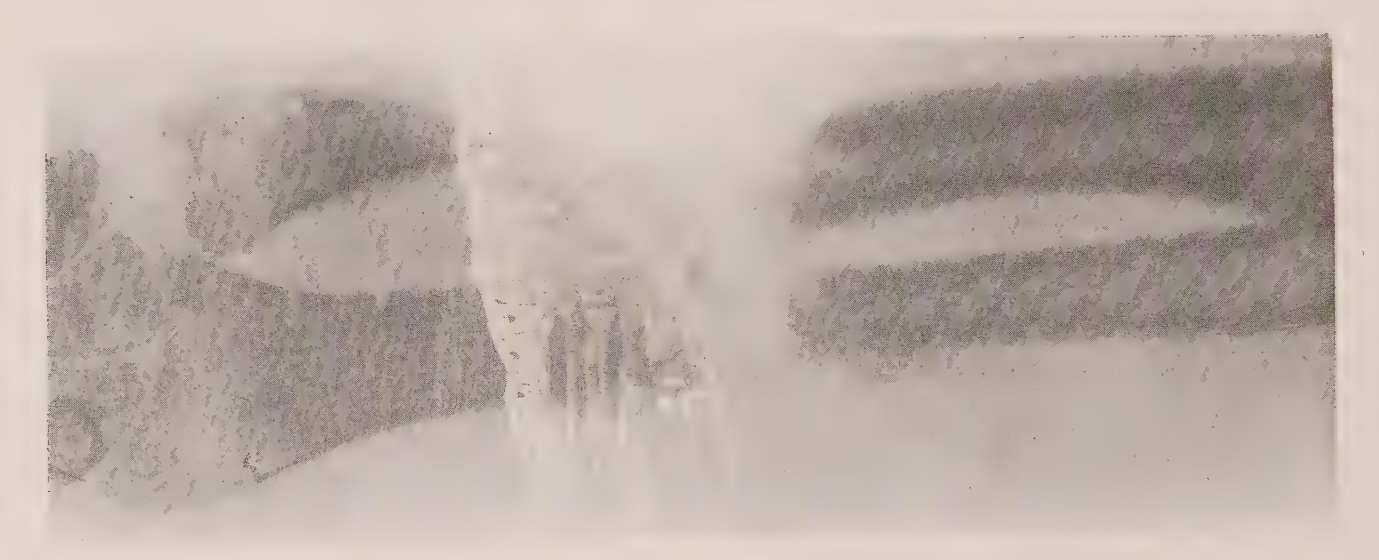


Fig. 90. Fall 9. Radius- und Ulna-Schußdefekt.



Fig. 91. Fall 9.

Befund: Von der Ulna steht nur am unteren Ende ein etwa 4 cm langer Rest, sodann folgt nach oben ein 6 cm langer Defekt. Der Defekt des Radius von etwa 3 cm liegt mehr in der Mitte der Diaphyse (Fig. 90). Entsprechend den großen Knochendefekten freie abnorme Beweglichkeit in der Gegend der Pseudarthrosen (Fig. 91). Verletzungsnarben ziehen quer über die Streckseite des Unterarmes zwischen unterem und mittlerem Drittel. Das Handgelenk ist passiv nur wenig beweglich. Wegen des Auftretens von Fisteln in der Narbe wird Auskratzung mit Entfernung kleiner Knochensplitter vorgenommen.

Am 12. 3. 1918 wird zunächst die große breite Narbe exzidiert und die Wundränder mit geringer Lappensverschiebung zusammengezogen, um die Gegend des Defektes mit zuverlässiger Haut zu bedecken.

22. 5. 1918 Knochenersatz, 3 Monate nach Verschluß der Fisteln und 2 Monate nach der Hautplastik. Zuerst Schnitt an der ulnaren Kante zur Exzision des tiefliegenden Narbengewebes und zur Freilegung des Ulnadefektes, der über 6 cm breit ist. Abstreifen des Periostes von den Knochenstümpfen im Zusammenhang mit den Weichteilen. Innerhalb des Defektes ist kein Periost mehr vorhanden, dagegen ist neben Narbengewebe auch gut aussehende Muskulatur zwischengelagert. Das untere Stumpfende ist spitz zulaufend, das obere abgerundet. Da das untere Ende schon der Metaphyse angehört, wird es zur Einkeilung nach Anfrischung ausgehöhlt und durch Anlegen einiger Kerben in der Kortikalis zur Drahtumschlingung vorbereitet, um durch letztere die in der weichen Spongiosa unsichere Einkeilung zu sichern. Das obere Ende erhält an der Dorsalseite eine seichte Stufe zur Aufnahme des Transplantates.

Die Freilegung des Radiusdefektes geschieht von einem Schnitt an der radialen Kante aus. Die Stümpfe liegen nach der Exzision der zwischengelagerten Narben über Daumenbreite auseinander. Sie werden nach Abhebelung des Periostes mit den Weichteilen auf ihrer radialen Seite zur Aufnahme des Transplantates angefrischt.

Darauf Entnahme von zwei periostgedeckten Knochenspänen aus der linken Tibia. Ein 12 cm langes Stück, welches unten spitz zuläuft, wird in die Ulnaepiphyse eingekeilt, hier durch eine Drahtumschlingung festgehalten, während das obere Transplantatende, in die angelegte Stufe eingepaßt, mittelst zwei Drahtumschlingungen festgehalten wird. Ein zweites, 8 cm langes Transplantat wird zur Schienung der Radiusstümpfe derart verwendet, daß es an der Radialseite auf den Anfrischungsstellen durch Drahtumschlingungen befestigt wird (Fig. 92. 93). Das Periost des Ulnatrans-

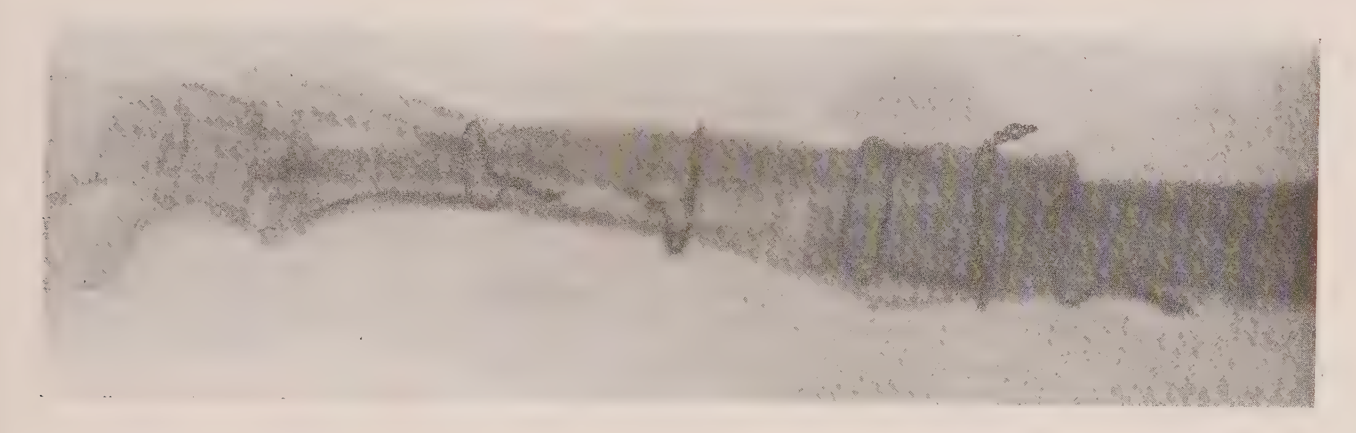


Fig. 92. Fall 9. Defektersatz der Ulna. 1 Woche nach der Operation.

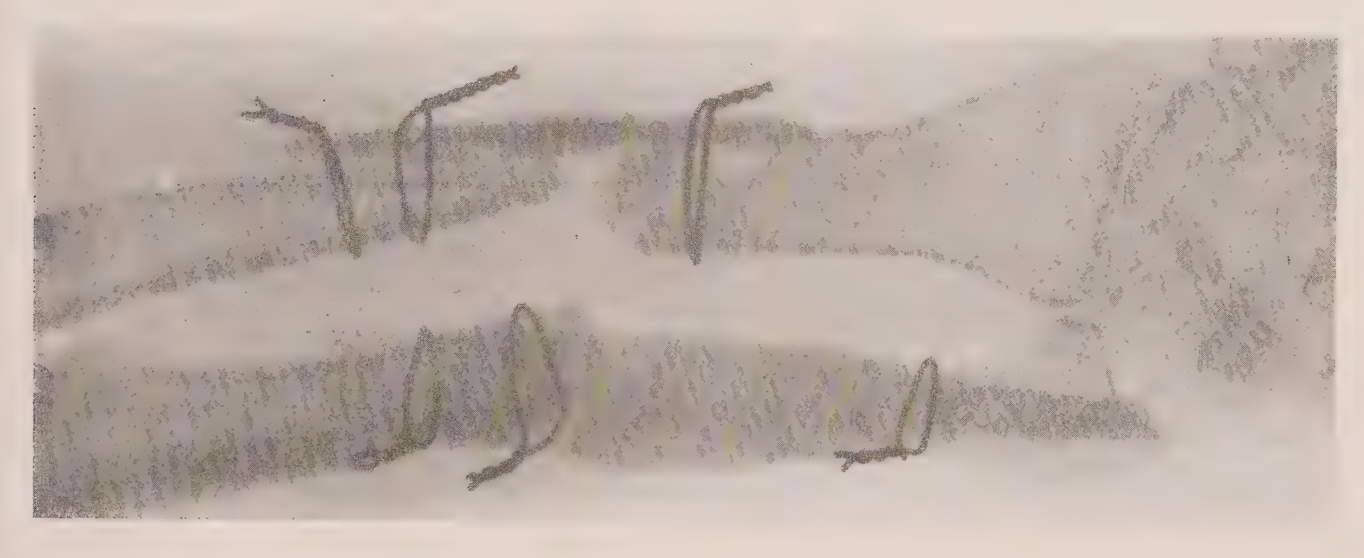


Fig. 93. Fall 9. Defektersatz von Ulna und Radius. 4 Monate nach der Operation.

plantates liegt dorsalwärts, das des Radiustransplantates radialwärts. Die von den Stümpfen abgeschobenen Periostreste werden möglichst genau um die Vereinigungsstelle herumgenäht. Vollständige Hautnaht, Blattsilber, aseptischer Verband mit Pappschiene.

Nach 4 Wochen wird der Verband abgenommen. Wunden reaktionslos geheilt. Knochendefekt nicht mehr beweglich. Anlegen einer abnehmbaren leichten Gipshülse.

15. 7. 1918 Knochen völlig fest. Massage, aktive und passive Bewegungsübungen. Stellung der Hand und des Vorderarmes sehr gut. Handgelenk noch nicht völlig beweglich. Streckung der Finger sehr gut, Beugung ermöglicht noch nicht einen vollständigen Faustschluß. Stellung des Vorderarmes in leichter Supinationsstellung, von hier aus um etwa 30 Grad aktiv zu pronieren (Fig. 94. 95).

21. 9. 1918: Pronation erheblich zugenommen. Fig. 93 zeigt die lebende Einheilung 4 Monate nach der Operation.



Fig. 94. Fall 9. 4 Monate nach der Operation.



Fig. 95. Wie Fig. 94.

e) Defekte der Mittelhand- und -fußknochen

lassen sich durch Stücke der Tibiakante oder durch Rippenstücke ersetzen. In mehreren Fällen von Zertrümmerung der Metakarpalknochen durch Schußverletzung konnten die erhaltenen Gelenkenden durch Knochentransplantate dieser Art überbrückt werden, am zuverlässigsten dadurch, daß ihre Enden beiderseits in einer seichten Rinne der Knochenstümpfe durch Drahtumschlingung festgehalten wurden.

Bei dem vollständigen Fehlen eines Metakarpal- oder Metatarsal-



Fig. 96. Handdurchschuß.



Fig. 97. Handdurchschuß nach Vernarbung.

knochens genügt dasselbe Material, wenn man die Transplantatenden etwas abrundet und Fettgewebe zur Herstellung der Gelenkbeweglichkeit zwischen sie und die anliegenden Grundphalangen und Karpal- bzw. Tarsalknochen einlagert. Letzteres ist nicht nötig, wenn man aus frisch amputierten Gliedern einwandfreies homoplastisches Material samt dem Gelenkknorpel gerade zur Verfügung hat.

In der Regel spielen bei derartigen Verletzungen die gleichzeitigen der Sehnen und Nerven eine große Rolle, namentlich wenn es sich an der Hand um Durchschüsse mit starker Zerreißung am Dorsum handelt (Fig. 96).

Einer von diesen Fällen (Fig. 97) dürfte insofern eine Seltenheit darstellen, als in ihm gleichzeitig 3 Transplantate eingefügt sind. Der durch Schuß zerschmetterte 3. Metakarpus wurde vollständig durch ein Rippenstück ersetzt, dessen peripheres Ende aus Rippenknorpel bestand. Zwischen diesem und der Grundphalanx wurde Fettgewebe eingelagert, worauf die Strecksehne in etwa 10 cm Länge durch ein Stück der Sehne des

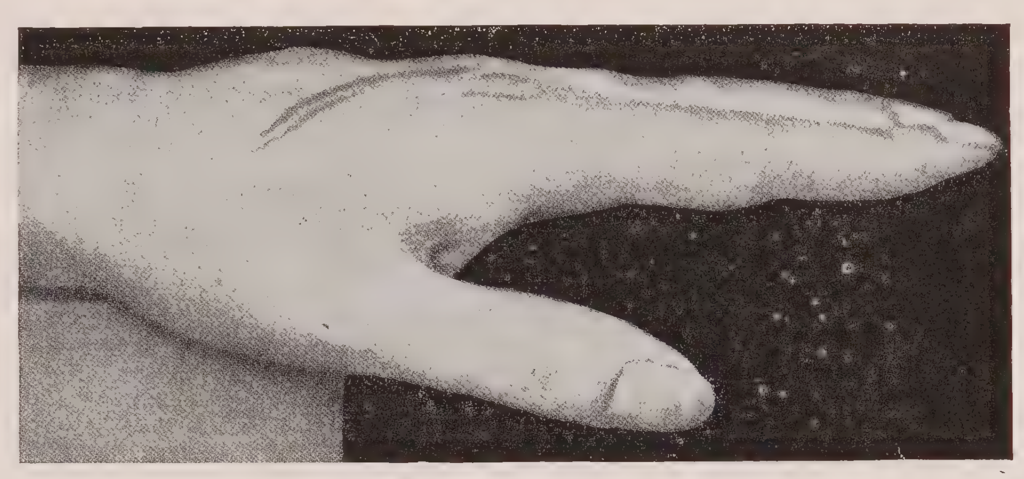


Fig. 98. Streckung nach Ersatz des 3. Metakarpus. Durch Rippenstück mit Fettgewebe im neuen Metakarpophal.-Gelenk und nach Herstellung der Strecksehne durch freie Plastik.



Fig. 99. Derselbe Fall. Beugung.

Fig. 98.

Palmaris longus ersetzt wurde. Die Beweglichkeit des Metakarpo-Phalangealgelenkes ist bei der Beugung zwar nur bis zu 45 Grad erreicht worden, doch ist die Streckung des 3. Fingers vollständig, und das Gesamtresultat darf wohl im Hinblick auf die Schwere der Verletzung als ein ausgezeichnetes bezeichnet werden (Fig. 98, 99).

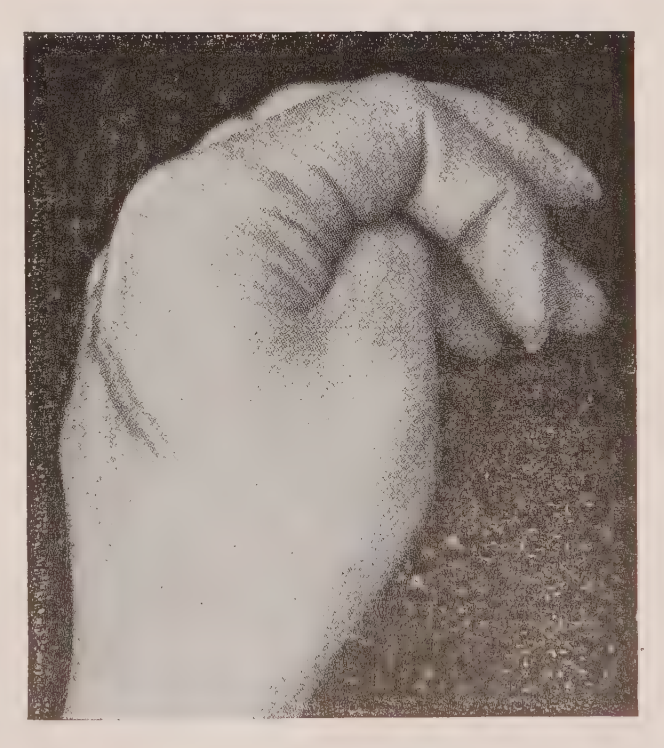


Fig. 99.

f) Phalangendefekte.

Reine Defekte sind selten zu sehen, da die starke Schrumpfung ein Zusammenheilen der Diaphysenstümpfe mit oder ohne Dislokation meist zustande bringt. Vollständige Phalangen-

defekte kommen nur vor, wenn die zertrümmerte Phalanx wegen Eiterung vollständig herausgenommen worden war. Ist der Finger stark zusammengeschrumpft, so lassen sich am besten ganze Phalangen samt Gelenkenden einpflanzen, was sowohl für die Grund- als für die Mittelphalanx in Frage kommt und besonders am Daumen wichtig ist. Ich machte schon 1907 (auf der Grundlage der Gelenktransplantation) die erste derartige Operation, indem ich eine ganze Phalanx samt ihren beiden Gelenkenden anstelle einer wegen Chondrom vollständig entfernten einpflanzte. Bei dieser ersten Operation, bei der die Grundphalanx ersetzt wurde, konnte ich eine entsprechend große Grundphalanx aus einem amputierten Fuß entnehmen. Mit der Autoplastik hat Heinrich Wolff dies Verfahren zuerst versucht, indem er die Grundphalanx der 2. Zehe opferte und diese wieder mit einem Knochenstück ersetzte. Über ähnliche Fälle habe ich aus der Klinik berichtet. Oft finden sich auch an verkrüppelten Händen verlagerte und deshalb sehr störende Phalangen in Narben eingebettet, die entfernt werden müssen, gelegentlich an demselben Patienten. Die Einheilung ist in mehreren Fällen glatt vonstatten gegangen, doch spielten in ihnen die Nebenverletzungen an der ganzen Hand die Hauptrolle und waren so schwer, daß man mit dem erreichten geringen Grade von Funktion zufrieden sein mußte. Jedenfalls bildete die eingepflanzte Phalanx eine gute Stütze für den Finger.

Von den Defekten ganzer Finger und Fingerglieder ist vor allem der Ersatz des Daumens von größter Bedeutung. Für den fehlenden Daumen ist eine Verlängerung des Stumpfes möglich und erfolgreich, wenn die aktive Beweglichkeit des 1. Metakarpus gut erhalten geblieben ist. Letzteres ist natürlich Grundbedingung, damit der angesetzte Daumen die Greifmöglichkeit mit den anderen Fingern wieder herstellt. Näht man an den angefrischten Stumpf einen Lappen der Bauchhaut fest, in welchem vom Rippenbogen eine entsprechend lange Knorpelspange enthalten ist, so kommt man nach dem Durchschneiden des Lappens und Herumnähen der Haut um das Knorpelstück wohl am schnellsten zum Ziel. Hierzu hatte ich bisher nur einmal Gelegenheit.

Natürlich kann man auch anders vorgehen und zuerst aus der Bauchhaut eine Hautröhre aufnähen, in welche man später ein freies Rippenstück einpflanzt. Spitzy verwendete dazu die 12. Rippe.

Beim gleichzeitigen Fehlen des 1. Metakarpus und gut erhaltener Daumenmuskulatur muß vor dem Ersatz des Daumens zunächst der Metakarpus durch freie Knochentransplantation wieder gebildet werden.

An dem auf diese einfache Weise neugeschaffenen Daumen lassen sich noch weitere funktionelle Verbesserungen und Verschönerungen ausführen. So kann man dem Ersatzdaumen eine gewisse Beugefähigkeit dadurch verschaffen, daß man später die Stümpfe der langen Beugesehnen aufsucht, an ihnen ein freies Sehnenstück befestigt und dieses

nach Tunnelierung der Haut bis zur Fingerspitze hindurchführt, um es hier an der Spitze des eingelagerten Knorpels oder Knochens zu vereinigen. Möglich ist auch späterhin, wenn sich die Zirkulation günstig ausgebildet hat, das Aufpflanzen des Großzehenagels, den man mit der umgebenden und unterliegenden Haut ausgeschnitten hat (s. Fig. 235).

Ein anderer Weg zur Herstellung des Daumens beruht auf dem Nicoladoni'schen Verfahren der gestielten Verpflanzung einer Zehe; der Größe entsprechend muß natürlich die Großzehe gewählt werden. Esser hat in einem Fall, wo auch der Metakarpus fehlte, die Großzehe samt den Mittelfußknochen nach Nicoladoni verpflanzt und dadurch einen willkürlich beweglichen Daumen, der in jeder Beziehung praktisch brauchbar gewesen sein soll, erhalten.

Bei dem Fehlen des 2.—5. Fingers samt der Mittelhand ist es Esser auch gelungen in ähnlicher Weise durch gestielte Verpflanzung die entsprechenden Zehen samt den distalen Abschnitten der Mittelfußknochen auf den Stumpf der Mittelhand aufzuheilen und durch Vereinigung der Sehnen eine geringe Bewegungsfähigkeit zu erhalten. Durch eine derartige Verlängerung des Handstumpfes wird dem noch erhaltenen, aktiv gut beweglichen Daumen jedenfalls eine bessere Greiffähigkeit gesichert. Die Frage ist nur, ob es sich lohnt, zu diesem Zweck den Patienten durch die Entnahme der 4 Zehen samt den metatarsalen Anteilen zu schädigen, da auf keinen Fall diese 4 Zehen als Fingerersatz in Bezug auf Schönheit einen Anspruch machen können und ihre freie aktive Beweglichkeit keine ausgiebige werden kann. So glaube ich, daß der Hauptwert einer derartigen Handverlängerung, der wesentlich in dem Stützpunkt für den opponierenden Daumen zur Zangenbildung besteht, auf einfachere Weise zu erreichen ist. Ich würde in einem solchen Fall einen breiten gestielten Hautlappen aufpflanzen, später in denselben quergestellt zu den Metakarpalstümpfen eine kräftige Knochenspange einheilen, die dadurch samt dem Hautlappen beweglich zu machen wäre, daß man die Beuge- und Strecksehnen am Knochen befestigt, also nach Art eines Fausthandschuhes die Greifmöglichkeit zu erlangen suchen und auf die Herstellung einzelner Finger zu verzichten.

2. Schädeldefekte.

Die Schädeldefekte, welche dem Gebiete der Wiederherstellungschirurgie verfallen, teilen sich in zwei Gruppen, in solche, bei denen nur Lücken des knöchernen Schädeldaches vorhanden sind und die Dura gut erhalten ist, und in solche, bei welchen gleichzeitig Defekte der Hirnhäute und der Hirnoberfläche vorliegen. Je nach der betreffenden Art wird die zum Verschluß des Defektes nötige Operation in verschiedener Weise vorgenommen.

Für den Zeitpunkt der letzteren gilt nicht nur, wie nach anderweitigen Knochenschüssen, die dauerhafte fistellose Vernarbung als Richtlinie, sondern auch das Verhalten des im Schädeldefekt vernarbten oder noch Fremdkörper oder abgekapselte Abszesse beherbergenden Gehirnes. Spätabszesse im Gehirn sind überall zu fürchten, wo der Zertrümmerung der Hirnmasse eitrige Einschmelzung gefolgt war, Geschosse und Geschoßteile oder Knochensplitter noch in der Tiefe sitzen. Ist längere Zeit, zum mindesten ½ Jahr, verstrichen, seitdem über dem Schädeldefekt sich eine völlige Narbe gebildet hat, ohne daß inzwischen Störungen durch Abszesse oder Erweichungszysten aufgetreten sind, so kann die Deckung des Defektes vorgenommen werden. Liegt traumatische Epilepsie vor, so ist ihre Vornahme schon in einem früheren Zeitpunkt notwendig, erstens, um die Ursache der Krampfanfälle zu ergründen und zu beseitigen und zweitens, um einem weiteren Auftreten vorzubeugen. Oft ist es nur die starre Vernarbung der ehemals verletzten Hirnoberfläche mit den Knochendefekträndern, welche die Ursache bildet, es können aber auch Einschmelzungszysten, Blutzysten, abgeschlossene Liquoransammlungen oder tiefliegende Abszesse, durch welche die Hirnrinde gegen die scharfen Ränder des Knochendefektes gepreßt wird, die Veranlassung geben. Soweit noch greifbare Ursachen die epileptischen Anfälle nach Schußverletzungen verschulden, läßt sich durch ihre frühzeitige Beseitigung das Leiden wahrscheinlich dauernd beseitigen, nicht dagegen, wenn bei sehr schweren ausgedehnten Hirnverletzungen weitgehende Schädigungen oder Zerstörungen des Zentralorganes eingetreten sind oder durch jahrelanges Bestehen der am Knochen festhaftenden Hirnnarbe ein chronischer Reizzustand die unbekannten, der Epilepsie zugrunde liegenden Veränderungen hervorgerufen hat.

Diese Richtlinien für die Vornahme der Defektoperationen lassen sich jedoch leichter aufstellen als einhalten. Dies liegt an der Mannigfaltigkeit der Verletzungsfolgen, aus denen sich oft ein klares klinisches Bild nicht herausschälen läßt. Man ist daher zur Vorsicht gezwungen und diese besteht darin, daß wir heute den bei Knochen-Hirndefekten nötigen Verschluß nicht in einer Sitzung vornehmen, sondern zunächst nur die Oberfläche der Hirnnarbe samt den möglicherweise eingeschlossenen Zysten und Fremdkörpern beseitigen und die starren Verwachsungen am Knochendefektrand lösen, darauf aber im Bereich des Knochendefektes die Hirnoberfläche nur mit Fettgewebe bedecken und darüber unmittelbar die Haut zum Verschluß bringen, nicht dagegen gleichzeitig die Lücke im Schädel knöchern ersetzen, sondern dies erst nach frühestens ¼ Jahre tun, wenn inzwischen epileptische Anfälle nicht eingetreten sind. Es ist damit die Möglichkeit gegeben, bei auftretenden Spätabszessen, bei Enzephalitis oder Störungen durch Liquoransammlungen und Zysten die Hirnpunktion bzw. die abermalige Freilegung

des traumatischen Herdes leicht vornehmen zu können. Nach längerer Zeit den Schädeldefekt in anfallfreien Fällen bestehen zu lassen, halten wir nicht für zweckmäßig.

Ein anderer Grund für die zweizeitige Operation, der sich auf das Verhalten des Fettgewebes bezieht, soll unten Erwähnung finden. Ein sofortiger Verschluß der Schädellücke samt Ersatzgewebe für die Dura, bzw. für die vernarbte und angefrischte Hirnoberfläche ist nur bei den Fällen möglich, wo Hirnerscheinungen nicht vorgelegen haben und die Vernarbung des Gehirns höchstens eine ganz oberflächliche war.

Wir unterscheiden somit den Ersatz des Schädeldefektes bei unverletzter Dura, es ist dies die reine Knochendefektoperation, zweitens die einzeitige Deckung bei Schädel-Duradefekten ohne tiefere Vernarbung des Gehirnes und drittens die zweizeitige Operation bei den Schädel-Hirndefekten. Bei der engen Zusammengehörigkeit der Hirnverletzung und ihrer Folgen mit dem Schädeldefekt soll auch hier bei der Schilderung der Operation nicht lediglich der reine Schädeldefekt, sondern auch der mit Vernarbung der Hirnoberfläche verbundene Berücksichtigung finden.

1) Die Deckung der einfachen Schädeldefekte läßt sich durch verschiedene Verfahren ermöglichen. Die klassische Methode Müllers und Königs mit Hülfe des gestielten Haut-Periost-Tabula-externa-Lappens aus der Nähe des Defektes bildet jedenfalls, was die Ernährung des zum Ersatz bestimmten Knochens betrifft, das zuverlässigste Verfahren, doch hat es den Nachteil, daß sich, namentlich an dünneren Stellen des Schädels Schwierigkeiten beim Ausmeißeln der äußeren Knochenschichten im Zusammenhang mit dem Lappen ergeben. Oftmals gelingt es nur, flache Knochensplitter in Verbindung mit dem Lappen zu erhalten. Möglich ist auch, daß der Meißel einmal zu tief dringt und die Dura freilegt. Zweitens wird die ganze Operation durch die nötige Umschneidung eines großen zu verschiebenden Lappens ziemlich blutreich.

Aus beiden Gründen sind die Vereinfachungen zu verstehen, welche kurz gesagt in der Bildung von einfach oder doppelt gestielten Knochen-Periostlappen oder aber in der freien Knochenverpflanzung ihre wichtigsten Vertreter besitzen. Eine Hautlappenbildung zur Bedeckung des knöchern ersetzten Defektes ist hierbei nur dann notwendig, wenn das Gebiet des Defektes von Narbengewebe an Stelle von Periost und Haut eingenommen ist. Dabei ist von größter Wichtigkeit, den zur Bedeckung nötigen Hautlappen samt dem Schädelperiost über den ersetzten Defekt zu verlagern (vergl. Niedens Arbeit aus meiner Klinik). Durch die Einfachheit und Sicherheit der freien autoplastischen Knochentransplantation schon vor vielen Jahren überrascht, habe ich diesem Verfahren stets den Vorzug gegeben und habe bei Knochendefekten kleinerer oder mittlerer Größe aus der Umgebung des Defektes Platten

aus der Tabula externa verwandt, wie ich bereits am Chirurgen-Kongreß 1908 mitgeteilt habe, bei großen Defekten dagegen plattenförmige Stücke aus der Vorderfläche der Tibia. Homoplastische Versuche haben keine so sichere Dauerheilung ergeben; Scheiben aus der Spongiosa, z. B. aus dem Querschnitt der unteren Femurmetaphyse eines amputierten Beines entnommen, sind vollständig resorbiert worden, allerdings unter Hinterlassenschaft einer sehr harten narbigen Platte, während homoplastische Kortikalisstücke längere Zeit brauchten, um sich mit den Knochendefekträndern fest zu verbinden, und in manchen Fällen keinen vollständigen Verschluß lieferten, da sie an den Rändern resorbiert wurden.

Es ist auffällig, daß diese einfache Operation der freien autoplastischen Schädeldefektdeckung so lange Zeit gebraucht hat, um sich einzubürgern. Freilich ist nicht zu verwundern, daß der berühmte Versuch Seydels aus dem Jahre 1889, den Schädeldefekt aus der Tibia zu decken, nicht sofort Nachahmer in der Praxis fand, da man damals noch wenig Zutrauen zum Gelingen einer Knochenverpflanzung hatte und es noch beinahe zwei Jahrzehnte dauerte, bis uns ausgedehnte klinische Versuche von dem Zweifel der Verwendung der freien Knochentransplantation lösten, der durch die histologischen Arbeiten und mikroskopischen Befunde von dem Zugrundegehen der Knochensubstanz unterstützt worden war. So konnte Simin, der 1900 über einen erfolgreich aus der Tibia gedeckten Schädeldefekt berichtete, damals erst 8 nach Seydel operierte Fälle in der Literatur auffinden. Aber daß nach vollgültigen klinischen Beweisen und nach der experimentellen Feststellung vom Erhaltenbleiben frischer, periostbekleideter Knochenstücke oder periostloser, unter das im Defekt vorhandene Periost gebrachter Knochenstücke die Operation nur wenig Anhänger fand, ist auffallend. Die Fülle des Materiales im Kriege hat auch hier den Bann gebrochen und dem Verfahren dank seiner Einfachheit den Vorzug gegeben oder zum mindesten unter vielen Chirurgen Anhänger erobert (z. B. Küttner, Axhausen).

Für die Ausführung der Autoplastik, der stets der Vorzug zu geben ist, muß aber die Tatsache Berücksichtigung finden, daß in der gedeckten Schädellücke der für die Erhaltung und Substitution wichtige Anreiz der Funktion nicht wie an den Röhrenknochen der Glieder vorhanden ist. Es besteht daher für zu dünne Knochenplatten, namentlich, wenn sie nicht mit dem gut ernährten Periost eines Hautperiostlappens bedeckt werden, immer die Gefahr teilweise oder gänzlich resorbiert zu werden. Daß ich unter zahlreichen, autoplastisch aus der Tabula externa oder Tibia gedeckten Schädeldefekten einen völligen oder erheblichen Schwund niemals gesehen habe, ist in erster Linie der Technik zu danken. Selbst die mit Periost der Tabula externa entnommenen und nur mit Haut bedeckten Knochenstücke erhielten sich und bildeten noch nach Jahren einen festen knöcheren Verschluß. Nur bei einem früheren Ver-

such mit homoplastisch aus Metaphysenspongiosa (Querscheibe aus dem unteren Femurende) trat völlige Resorption ein, wenn sich auch eine sehr feste Schwiele unter dem Hautperiostlappen ausbildete.

Der Unterschied zwischen Auto- und Heteroplastik trat deutlich in einem Falle hervor. in welchem ein großer Defekt nach Küttners Empfehlung mit Hülfe von Affenskapula und daneben mit einem Stück aus der eigenen Tabula externa subperiostal gedeckt worden war. Während das letztere sich gut erhielt, zeigte das heteroplastische Stück schon nach 3 Monaten eine starke Aufhellung und Randatrophie (Fig. 100).



Fig. 100. Schädeldefekt 3 Monate nach Ersatz durch Affenskapula (größerer lateraler Abschnitt) und aus der eigenen Tabula ext. (breiter Streifen am medialen Defektrand). Heteroplastisches Knochenstück im Vergleich zu früheren Aufnahmen stark aufgehellt.

Daß übrigens Platten aus der Tabula externa im Röntgenbild auch nach Jahren noch heller aussehen als ihre Umgebung, wo der Schädelknochen aus Tabula externa und interna besteht, ist selbstverständlich und darf nicht ohne weiteres als Atrophie aufgefaßt werden.

Häufiger sieht man nach Jahren feine Spalten und Lücken zwischen dem Defektrand und dem Transplantat auftreten, sehr selten, daß das Transplantat unter Pulsation beweglich bleibt. Die erstere Beobachtung ist bekanntlich auch bei der Müller-König'schen Plastik gemacht worden und zwar in dem ersten darnach von Schönborn operierten und 1891 vorgestellten Fall von großem Schädeldefekt, dessen maze-

rierten Schädel Dehler 1902 näher beschrieben hat. Es ist keine Frage, daß technische Fehler, vor allem das schlechte Einpassen des Transplantates in die Defektränder und deren ungenügende Anfrischung zu beschuldigen sind. Daß ich derartige Spalten nur gelegentlich in solchen Fällen bei Nachuntersuchungen sah, wo periostgedeckte Tabula externa- oder Tibiastücke unter die vernarbte periostlose Schädelhaut zu liegen kamen, niemals aber, wo das Schädelperiost über dem Defekt erhalten oder durch eine Haut-Periostlappenbildung aus der Umgebung über die gedeckte Schädellücke gebracht worden war, zeigt deutlich den Vorteil des letzteren Verfahren.

Trotzdem es sich in unseren nachuntersuchten Fällen bei derartigen Spalten an den Defekträndern stets um einen festen knöchernen Verschluß der Defekte (auch nach mehrjähriger Beobachtungszeit) handelte und die Pat. gesund und anfallsfrei geblieben waren, selbst wenn vorher traumatische Epilepsie vorgelegen hatte, lehrte uns diese Beobachtung doch, der genügenden Anfrischung des Defektrandes in abgeschrägter oder stufenartiger Form mehr Beachtung zu schenken, das Transplantat in breite Berührung mit dem angefrischten Rand zu bringen und bei Verwendung mehrerer Knochenstücke diese nicht mehr mit geraden Rändern nebeneinander, sondern mit schrägen Rändern gegeneinander verschoben zu lagern. Denn das Ziel des Defektersatzes ist ein vollkommener knöcherner Verschluß der Schädellücke, wenn auch von dem Auftreten von kleinen Spalten niemals ein Nachteil gesehen worden ist.

Daß auch ein Fehler bei der Operation, namentlich ungenügende Blutstillung, den Anschluß an die Ernährung verhindern und darauf eine völlige Resorption durch Granulationen verschulden kann, ist selbstverständlich.

Guleke sah bei regelmäßigen Röntgenuntersuchungen, daß nach 6—8 Monaten oft nur noch ein dünner Knochenschleier zu erkennen war und daß ein Dichterwerden der Knochenstruktur erst nach Jahresfrist eintrat. Dieser anfängliche Knochenschwund ist nicht zu verwundern, denn es liegen durch den Fortfall des funktionellen Reizes ähnliche Verhältnisse vor wie bei den subkutan zur Bildung einer Nase unter die Armhaut verpflanzten Knochenplatten, an denen ebenfalls innerhalb eines halben Jahres ein Schmäler- und Dünnerwerden deutlich zu sehen ist.

Man muß daher am Schädel das Transplantat nach Möglichkeit erstens mit dem Periost des Schädels bedecken: dies ist sicherlich zuverlässiger für die Erhaltung bzw. Substitution des Knochenstückes als das dem Transplantat mitgegebene eigene Periost, wenn ich auch bei solchen Fällen keinen Mißerfolg, höchstens Randspalten, gesehen habe. Zweitens muß man, wie oben begründet, die Defektränder stets so anfrischen, daß sie dem Transplantate breite Berührungsflächen bieten, wie dies durch schräge oder stufenförmige Gestaltung geschehen kann (s. Fig. 102 u. 107). Dadurch vermeidet man gleichzeitig

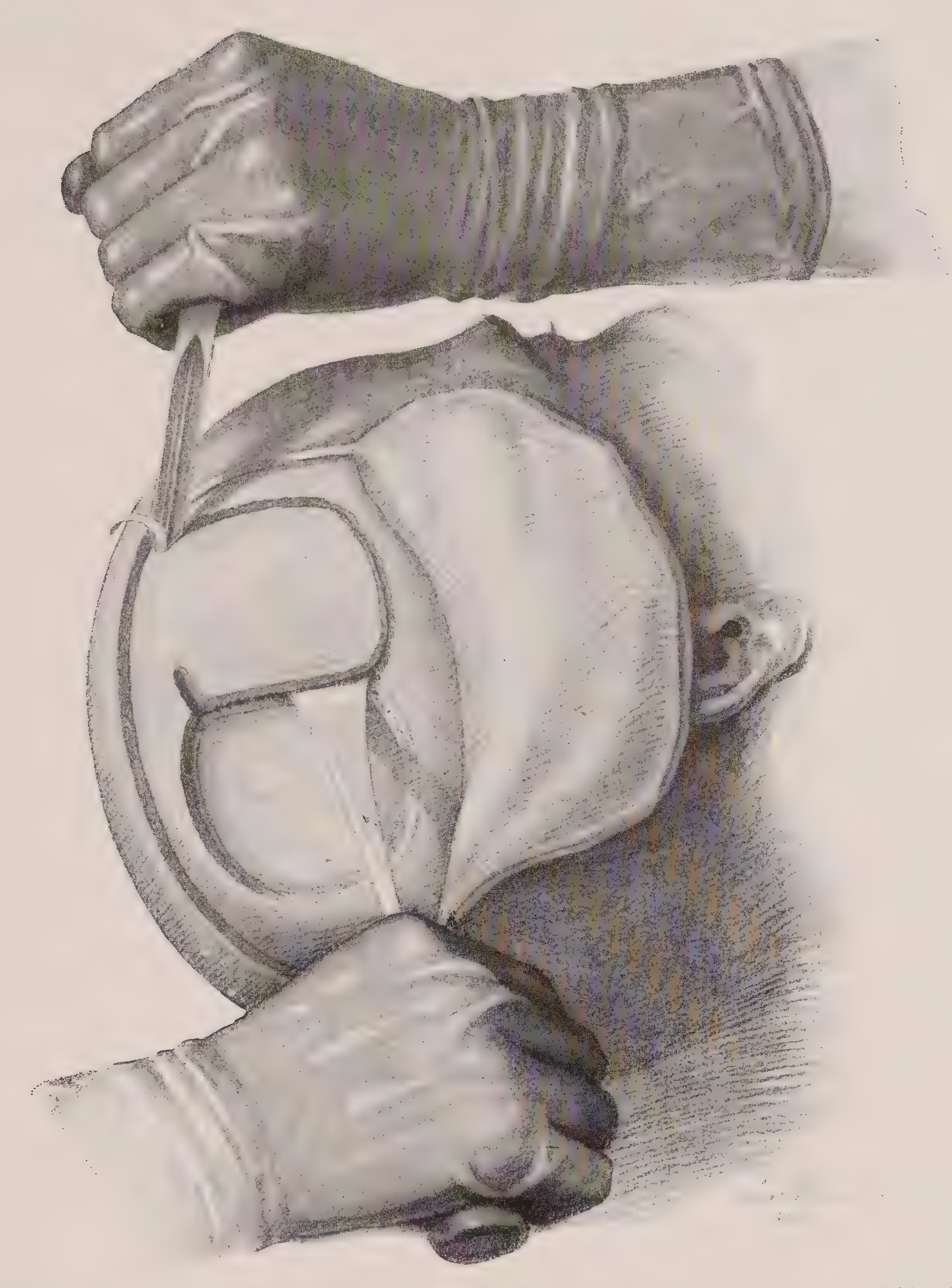


Fig. 101. Gewinnung einer Ersatzplatte aus der Tabula externa. Die mit dem V-förmigen Meißel umgrenzte Platte wird mit einem geraden Meißel ausgesprengt.

auch ein späteres Einsinken der Knochenplatte auf die Hirnoberfläche. Daß das Transplantat den Defekt völlig decken und an seinen Rändern möglichst genau eingepaßt werden muß, ist eine weitere, eigentlich selbstverständliche Forderung. Zur stufenförmigen Anfrischung wird 1 ½ cm vom bloßgelegten und von seinen Narben befreiten Defektrand aus mit dem V-förmigen Meißel ein seichter Graben rings um den Defekt gelegt, worauf die äußere Schicht des Defektrandes mit einem feinen geraden Meißel bis in den Graben hinein leicht abzutragen ist (Fig. 102). Muß man mehrere Platten zur Bedeckung verwenden, so darf man sie nicht einfach nebeneinander

legen, weil sonst bei stärkerer Resorption ihrer Ränder gelegentlich Spalten auftreten können. Man schrägt sie am besten derart ab, daß sie sich gegenseitig decken. Vor allem aber darf man die Platten, namentlich für größere Defekte, nicht zu dünn nehmen. Guleke empfiehlt 4—6 mm dicke Platten, während ich bei der Entnahme aus der Tibia für große



Fig. 102. Der Defekt, in welchem das vor 3 Monaten eingepflanzte Fettgewebe frei liegt, ist an seinen Rändern stufenförmig zur Aufnahme der Tabulaplatte (Entnahmestelle rechts) hergerichtet. Zeichnung während der Operation.

Defekte dieselben noch dicker, so weit es eben die Kortikalis zuläßt, bilde. Bei der Verwendung der Tabula externa für Defekte mäßigen Umfangs sind natürlich für die Gewinnung der Platten die dicksten Schädelstellen in der Nähe des Defektes zu wählen.

Guleke verlangt sogar, daß das Transplantat stets mit seinem eigenen Periost versehen und mit diesem nach innen gelegt werden soll, während es außen mit einem Haut-Periostlappen bedeckt wird. Ich bin derart nur bei sehr großen Defekten verfahren und in den Fällen, wo ich das dünne subkutane Fettgewebe von der Tibia gleichzeitig mit dem Transplantat entnahm und verpflanzte (s. u.).

Die von Röpke zuerst verwandte Skapula zur Deckung von Schädeldefekten hat zwar den Vorteil, daß das Transplantat sein eigenes Periost auf beiden Seiten mitbringt, aber die Knochenplatten sind sehr dünn, weshalb ich sie niemals verwandt habe. Jedenfalls mahnt der von Guleke beobachtete Fall, in welchem 3 Jahre nach Deckung mit einem Skapulastück deutliche Pulsation vorhanden war, zur Vorsicht und zur Nachuntersuchung derart operierter Fälle.

Für die Beurteilung der endgültigen Erfolge darf die Art, wie die Transplantation ausgeführt worden war, niemals außer acht gelassen werden. Vor allem ist wichtig, ob das Knochenstück subperiostal verlagert worden war und wie die Anfrischung der Defektränder

geschehen ist. Es ist auch zu bedenken, daß nicht jeder, der jetzt im Kriege begann, sich mit dieser Operation zu befassen, sofort über die richtige Transplantationstechnik verfügte. Eine Einheilung im chirurgischen Sinne aber, die übrigens an den gut ernährten Schädeldecken fast stets, auch mit Fremdkörpermaterial, ausgezeichnet gelingt, bedeutet noch lange nicht eine fehlerlose Transplantationstechnik. Wie oft können Blutergüsse unter dem Transplantat den schlechten Anschluß an die Ernährung auf der Innenseite bewirken, während die ungenügende Anfrischung der vernarbten und in der Knochenneubildung erschöpften Defektränder dem Zusammenwachsen entgegenstehen. Wie oft können zu dünne Platten auf ungenügend entferntes Narbengewebe gelagert worden sein.

Es hieße wirklich das Kind mit dem Bade ausschütten, wenn man einen nachträglichen Mißerfolg durch Resorption allein dem Transplantate zuschieben und damit ein gutes Verfahren verurteilen würde, wie dies Danziger tut, der im übrigen die Äußerungen seiner Gewährsmänner über die Atrophie der Schädeltransplantate nicht richtig wiedergibt; denn Guleke hat nicht „immer Atrophie gesehen", sondern betonte ja ausdrücklich, daß er bei seinem Verfahren: 4—6 mm dicke Knochenplatten aus der Tibia mit Periost nach innen und Schädelperiost nach außen in 30 Fällen gute Erfolge gehabt habe und daß der anfänglichen Atrophie nach Jahresfrist ein Dichterwerden gefolgt sei; (außerdem teilte mir Guleke auf meine Anfrage mit, daß er bei den nachuntersuchten Fällen, die derart vor 1½ bis 2½ Jahren gedeckt worden waren, niemals einen Knochenschwund mit Weicherwerden des Ersatzstückes gesehen hat, ganz im Gegensatz zu Fällen, an denen von anderer Seite die von Hackersche gestielte Periost-Knochendeckung gemacht worden war). Ferner behauptet Henschen nicht, daß der freien Autoplastik ein Dauererfolg versagt ist, sondern er sagte „zuweilen". Mißerfolge kommen aber bei jeder Transplantationsart vor, doch wird derjenige die besten Erfolge haben, der aus seinen Mißerfolgen gelernt hat, Fehler zu erkennen und zu vermeiden. Wir haben es daher nicht nötig, zur Deckung der Schädeldefekte den Rückschritt zum Fremdkörpermaterial mitzumachen, wie dies von Danziger wieder empfohlen wird.

Die Freilegung des Knochendefektes beginnt, wenn die Haut über ihm durch eine dünne pulsierende Narbe ersetzt ist, mit der Umschneidung und Exzision der letzteren, wobei sich das Messer außerhalb der Knochendefektränder hält. Die Ablösung der unverletzten Schädelhaut zur Ergänzung des Hautdefektes geschieht am besten samt dem Schädelperiost, damit dieses auf die Knochenplatte zu liegen kommt. Diese Verschiebung der Schädeldecken mache ich niemals mit Hülfe von Seitenschnitten, da sonst die Naht unmittelbar über das Transplantat hinweglaufen würde, sondern bilde stets einen großen Lappen aus der Nähe des Defektes, sodaß die ehemaligen Defektränder miteinander

vernäht werden und die ganze transplantierte Stelle bedeckt wird. Nur bei kleinen Defekten, über denen sich von der Verletzung und Entsplitterung her eine derbe lineäre Narbe findet, ist eine plastische Verschiebung der Schädeldecken unnötig. Man kann hier einfach bogenförmig den Knochendefekt durch Ablösung der Haut und des Periostes bloßlegen, muß aber darauf achten, ob gut erhaltenes Periost über dem Defekt am Lappen sitzt. Wenn dies nicht zuverlässig der Fall ist, muß die aus der Nähe des Knochendefektes für solche Fälle zu entnehmende Tabula externa-Platte selbst mit Periost ausgestattet sein, wozu man entweder den breiten Stiel des Lappens bei der weiteren Ablösung ohne Periost bildet, damit im Gebiete des Lappenstieles die periostbekleidete Platte entnommen werden kann, oder man macht einen seitlichen Einschnitt vom Hautdefektrande aus und löst die Haut an einer Stelle, wo das Schädeldach dick ist, zur Entnahme der Knochenplatte ab.

Als Deckungsmaterial für den Knochendefekt entnehmen wir Platten aus der Tabula externa bei kleineren und schmalen Defekten wenn diese in der Nähe des Tuber parietale, der dicksten Stelle des Schädeldaches liegen, denn aus anderen Stellen des Schädels sind kaum genügend starke Platten zu gewinnen. Es lassen sich ohne Splitterung Platten bis zu 6 : 8 cm gewinnen, wenn man vom Defektrand aus mit einem V-förmigen Meißel einen schmalen Graben bis in die Diploe als Umgrenzung anlegt und sodann am Defektrand in die Diploe einen geraden, aber sehr feinen Meißel flach einschlägt (s. Fig. 101). In ähnlicher Weise wird die zu entnehmende Tabulaplatte entfernt vom Defekt (s. Fig. 102) oder aus dem Tuber parietale der gesunden Schädelseite vor dem Ausmeißeln umgraben.

Für größere Defekte wird die vordere Tibiafläche bevorzugt. Ihre Freilegung erfolgt durch einen Schnitt, der an der äußeren Schienbeinkante abwärts geht und unten über die Tibiafläche nach innen umbiegt. Das Periost bleibt am Knochen, wenn es sich um sehr große Defekte handelt, da wir hier das Transplantat mit der Periostseite nach innen lagern. Die Form der Knochenplatte wird genau umschnitten (s. Fig. 2 u. 3). Auch hier kann man die Platte mit dem V-förmigen Meißel umgraben, bevor man sie durch Einschlagen eines geraden Meißels 1 cm hinter der Tibiakante ausschlägt. Dabei läßt sich die ganze Breite der Tibiafläche verwenden.

Stets müssen die Platten etwas größer als die Defekte sein, um Halt und Anschluß an den schräg oder stufenförmig angefrischten Rändern zu finden. Ihre Befestigung geschieht durch Überspannung mit einigen Katgutfäden, die teils die Galea und das Periost am Hautdefektrand, teils das Periost des Decklappens fassen.

2) Die einzeitige Deckung bei Schädel-Duradefekten ohne tiefer gehende Vernarbung des Gehirnes läßt sich am einfachsten

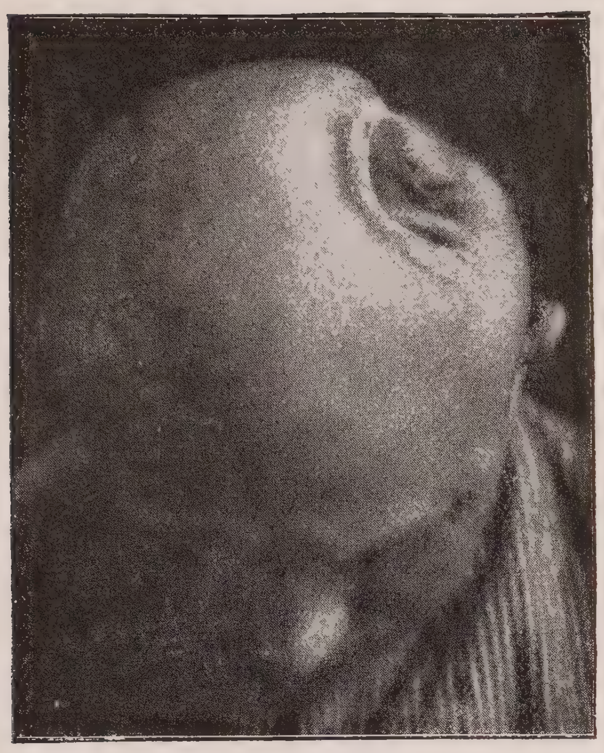


Fig. 103.

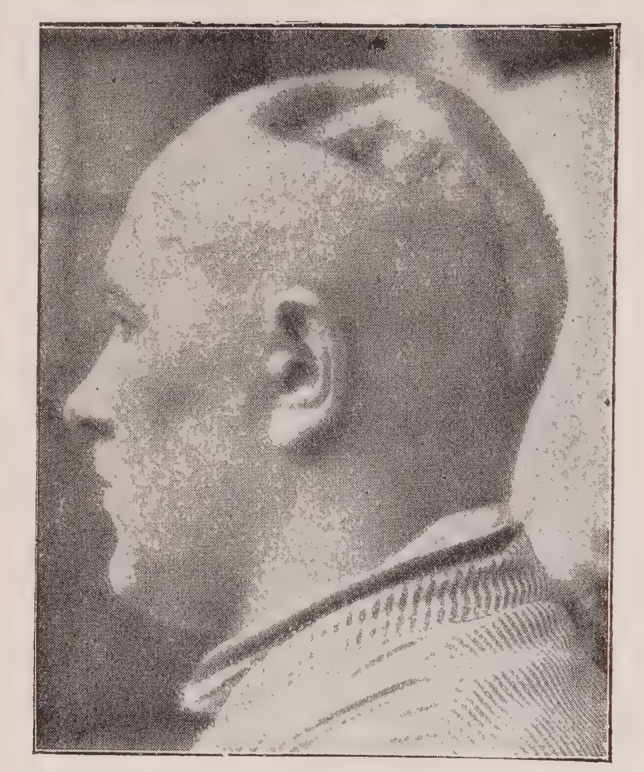


Fig. 104.

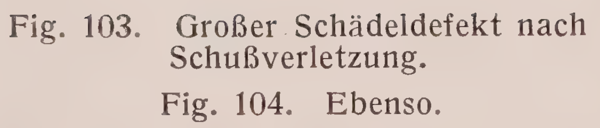


Fig. 103. Großer Schädeldefekt nach Schußverletzung.

Fig. 104. Ebenso.

Fig. 105. Zu Fig. 103 u. 104. Nach Deckung der Defekte mit 3 Platten aus der Tibia samt Periost und subkutanem Fettgewebe.

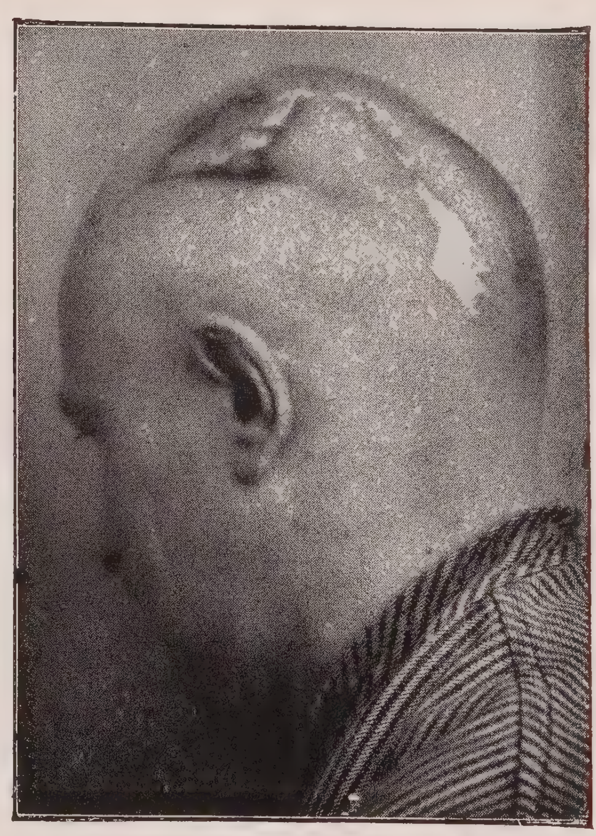


Fig. 105.

durch Platten aus der Tibia ausführen, denen nicht nur das Periost, sondern auch die dünne subkutane Fettgewebsschicht anhaftet, damit durch letzteres eine feste Verwachsung der Hirnoberfläche mit dem Knochen vermieden wird. Voraussetzung hierfür ist eine entzündungslose Heilung und Vernarbung der Defekte ohne Auftreten von epileptischen Anfällen.

3) Die zweizeitige Operation bei Schädel-Hirndefekten führen wir in allen Fällen aus, in denen das von den Defekträndern abgelöste und vernarbte Hirn zurücksinkt oder bei Entfernung der oberflächlichen Hirnnarbe ein herangezogener Ventrikel eröffnet wird oder sich durch

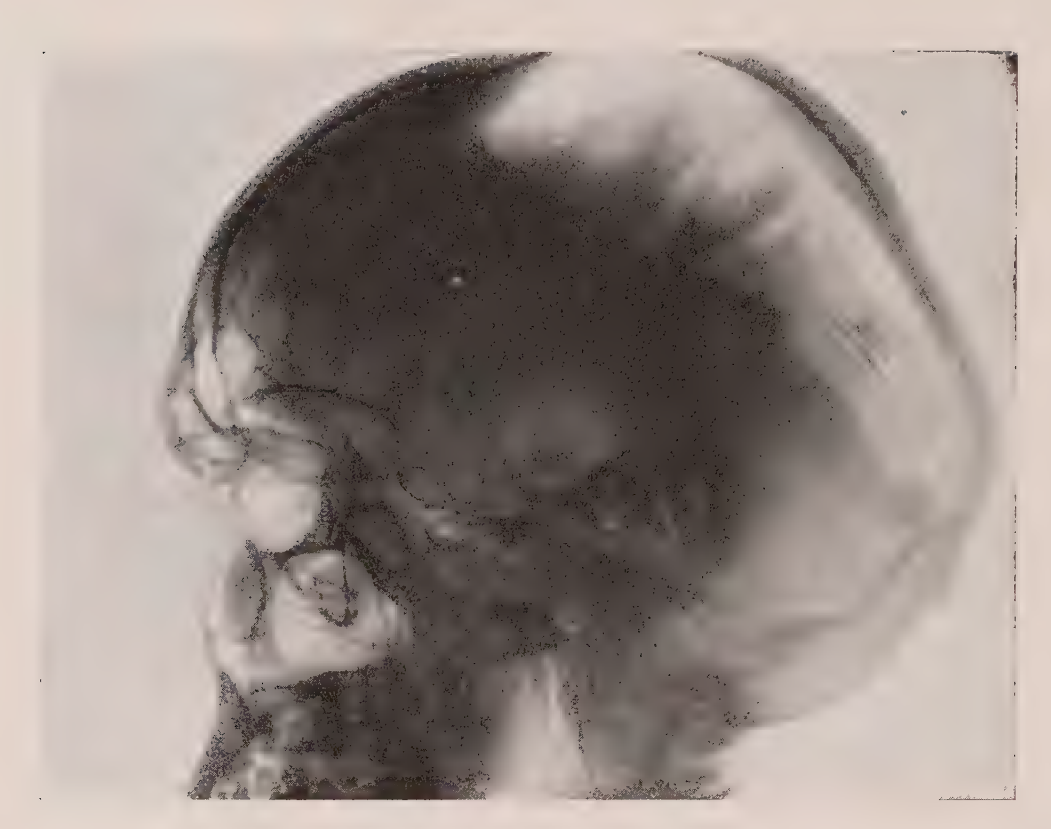


Fig. 106a. Zu Fig. 105. 5 Monate nach der Deckung des Schädeldefektes. Deutliche Atrophie der Ersatzplatten.

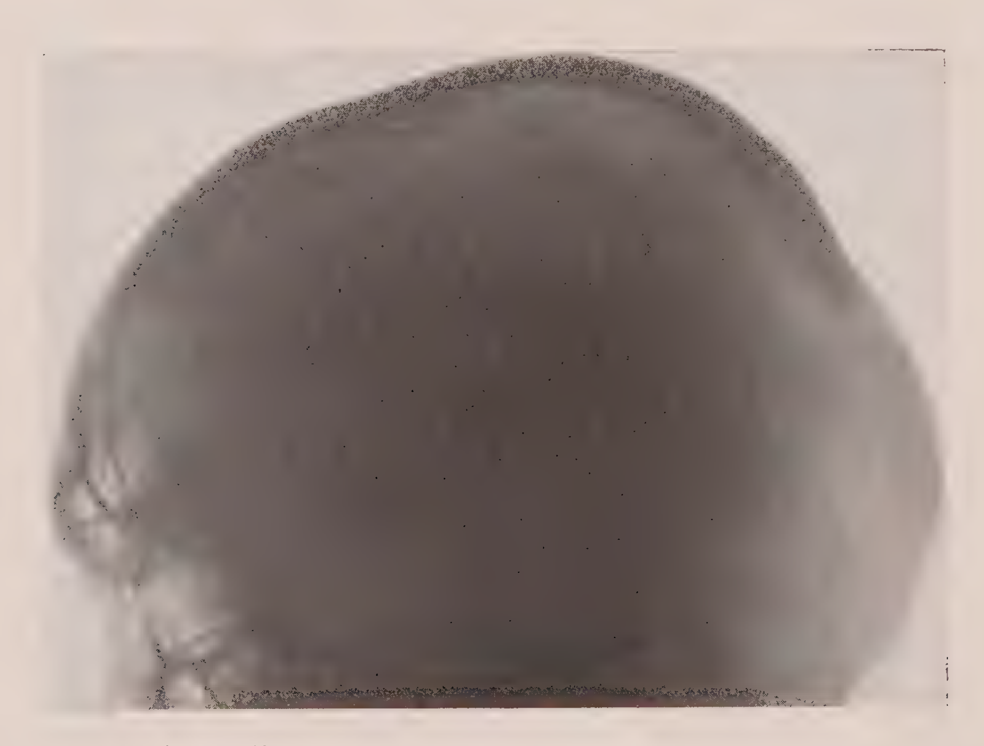


Fig. 106 b. Derselbe Fall. $2^1/_2$ Jahre nach der Deckung. Atrophie der Platten verschwunden. Vollkommener Verschluß.

Beseitigung von tiefergehenden Narben mit Entfernung von Splittern oder bei Eröffnung von Zysten Defekte der Hirnoberfläche ergeben. Für ihren Ersatz habe ich die Fettgewebstransplantation eingeführt und nach experimentellen Untersuchungen meines Schülers Rehn empfohlen. Sie hat den Vorteil, gänzlich reizlos zu sein, und vermeidet die straffe Verwachsung der Hirnoberfläche am Knochen; damit wirkt sie vorbeugend der Entstehung der traumatischen Epilepsie entgegen und beseitigt bei bereits vorhandener Epilepsie wenigstens diese eine Ursache. Außerdem schließt das Fettgewebe völlig dicht den Subduralraum ab (s. Fig. 107),

plombiert den offenen Ventrikel und ersetzt gleichzeitig den Raum zwischen Hirndefekt und Knochen wie den Duradefekt. Obgleich es uns heute oft gelungen ist, auf das Fettgewebstransplantat ein gleichzeitig aufgelegtes Knochenstück zum Verschluß der Schädellücke einzuheilen, ist es doch in zweifacher Beziehung wichtig, die Deckung des Schädeldefektes auf

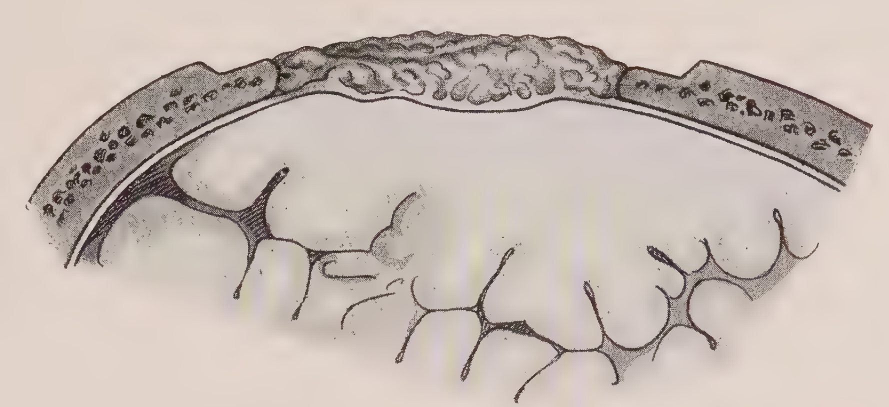


Fig. 107. Dura-Hirn-Defekt vor $^1/_4$ Jahr durch Fettgewebe ersetzt. Unter demselben hat sich eine bindegewebige Abschlußmembran gebildet, welche in die Duraränder übergeht. Knochendefektränder stufenförmig angefrischt. (Narkosentod bei dem Verschluß des Schädeldefektes.)

eine spätere Zeit zu verschieben, denn erstens darf das Fettgewebe, wie dies Rehn in seinen Versuchen festgestellt hat, bei seiner Einheilung keinem Druck ausgesetzt sein, da es sonst zu leicht in eine derbe bindegewebige Masse sich verwandelt. Die knöcherne Deckung erfolgt erst, wenn die Regeneration des Fettgewebes nach ungefähr 12 Wochen vollendet ist, wie sie auch bei größeren Fettgewebslappen in dieser Zeit zum allergrößten Teil erreicht wird. Daß es ferner gerade bei Schußverletzungen des Schädels wichtig ist, während dieser Zeit den Knochendefekt offen zu halten, ist schon oben betont.

So wünschenswert es ist, die Duranarbe von der Hirnoberfläche überall zu lösen, um unter den Durarändern das Fettgewebe, das man der Bauchhaut oder dem Oberschenkel entnehmen kann, zu befestigen, so gelingt die Abtrennung der Dura bei den Schußverletzungen selten vollkommen, da sich erhebliche Blutungen entgegenstellen. Man muß sich in solchen Fällen begnügen, die im Knochendefekt und an den Rändern desselben sitzenden Hirn-Duranarbe auszuschneiden und ihre Verbindung mit dem Knochen überall zu trennen, sodann erfolgt die Einlagerung des Fettgewebes auf die angefrischte Hirnoberfläche und an den Defekträndern zwischen Dura und Knochen. Der Fettgewebslappen wird nicht dicker genommen, als es die ganze Lücke benötigt, nur bei offenem Ventrikel oder tief nach der Ablösung vom Schädel eingesunkenem Hirn sind dickere Fettgewebsmassen notwendig. Die Befestigung geschieht durch wenige Katgutfäden an der Dura. Der darüber zu lagernde Hautperiostlappen bzw. Hautlappen wird überall dicht vernäht.

Daß das Fettgewebe bei seiner Entnahme von allen schädlichen Einflüssen zu bewahren ist, muß jedem Operateur als wichtigste Transplantationsregel gelten.

Nach frühestens 12 Wochen wird der Hautperiost- oder Hautlappen

wieder abgelöst und nach Herrichtung der Knochendefektränder der Knochendefekt durch Transplantation geschlossen.

Zur Beurteilung des Verfahrens können natürlich nur die ältesten Fälle verwertet und nur solche herangezogen werden, bei denen Verwachsungen der Hirnoberfläche mit dem Knochendefekt die einzige oder wenigstens wichtigste und vor Ablauf von 4 Jahren beseitigte Ursache bildeten. Von unseren jetzt 4—7 Jahre zurückliegenden Fällen, welche wegen traumatischer Epilepsie operiert worden sind, haben 2 unter 8 wieder Anfälle bekommen, doch ist bei dem einen die Knochendeckung unterblieben, bei dem anderen bestanden die Krampfanfälle bereits 4 Jahre und konnten die Narben wegen Sinusblutung und Ventrikeleröffnung nicht genügend ausgelöst werden. Von 10 prophylaktisch mit Fettgewebe und Knochentransplantation gedeckten Schädelverletzungen, die mindestens vor 3 Jahren operiert sind, soll bisher eine Schußverletzung Anfälle bekommen haben. Das Kriegsmaterial wird später einer gründlichen Nachuntersuchung unterzogen werden.

3. Kieferdefekte.

a) Unterkieferersatz.

Bis vor kurzem beherrschte zumeist der Zahnarzt allein die Behandlung eines Unterkieferdefektes. Ihm fiel die doppelte Aufgabe, zu durch seinen Apparat erstens den Unterkiefer festzustellen, um die Artikulation der Zähne zu erhalten, zweitens anstelle des Defektes zähnetragende Brücken anzufertigen. Die Sauer'sche schiefe Ebene, die Schröder-sche Gleitschiene dienten vorwiegend zu ersterem Zweck.

Aber die Bestrebungen sind alt, die Unterkieferstümpfe auch in der Wunde zuverlässig zu verbinden. Fremdkörper, wie dicker Draht (Garrè), Elfenbein (König), namentlich bei Exartikulation des einen Gelenkfortsatzes gebraucht, können zur Einheilung kommen, wenn auch nicht immer auf die Dauer ohne Fistelbildung.

Aber das einzige Material, von dem ein fester organischer Ersatz der Knochendefekte zu erwarten ist, stellt das Knochengewebe dar. Daß es für die Unterkieferdefekte verhältnismäßig so spät in Aufnahme gekommen ist, liegt vor allem daran, daß die Einheilung einen vollständigen Verschluß der Schleimhaut voraussetzen muß und dieser bei den gewöhnlich in Frage kommenden Fällen von operativ gesetzten Defekten, wenigstens bei der frischen Wunde, nicht sicher genug hergestellt werden kann. Bei dieser Unsicherheit ist es leicht zu begreifen, daß man für die allgemeine klinische Bewertung eines Defektersatzes durch Knochentransplantation zuerst und vorwiegend die langen Röhrenknochen bevorzugte, dagegen am Unterkiefer mehr der gestielten Plastik, d. h. der Übertragung eines Knochenstückes aus der Umgebung mit Hülfe von Weichteillappen sich zuwandte (Bardenheuer aus der Stirn, Wölfler und v. Rydygier

aus dem Schlüsselbein, Wildt, Krause, Pichler aus dem Unterkiefer selbst u. a.), Verfahren, die auch heute noch von manchen Chirurgen geübt werden.

Die erste Empfehlung der freien Knochentransplantation für Unterkieferdefekte stammt von Sykoff und fällt in das Jahr 1900, ein schüchterner Versuch in einer Zeit, wo der Alpdruck der früheren Barth'schen Lehren über die Knochentransplantation eine freie Knochenplastik zu einem ziemlich aussichtslosen Beginnen stempelte. Kein Wunder, daß die Sykoff'sche Empfehlung spurlos verhallte. Erst mit dem Einsetzen größerer klinischer Versuche über die Knochentransplantation, die ich ebenso wie andere Chirurgen in größerem Maßstabe seit 1906 ausführte, befreite sich der Chirurg allmählich von dem Banne der angeblichen Aussichtslosigkeit der freien Knochenverpflanzung und, als 1908 auf der Grundlage der neuen Knochenexperimente von Axhausen und einer großen Anzahl klinischer Versuche (Chirurgen-Kongreß Lexer, Streißler u. a.), vor allem aber durch Barths Bestätigung hinsichtlich der Bedeutung des frisch mitverpflanzten Periostes die freie Knochentransplantation, wenigstens unter den Klinikern, zur vollen Anerkennung gelangte, ist auch dem Unterkiefersatz durch freie Knochenplastik allmählich mehr Beachtung geschenkt worden.

Ich war der erste, der nach Sykoff diesen Versuch wagte (1907) und zwar, wie bei meinen übrigen klinischen Versuchen über Knochentransplantation zunächst mit nicht lebendem und mit frischem homoplastischem Material. Am Chirurgen-Kongreß 1908 berichtete ich erstens über die entzündungslose Einheilung eines großen Kieferstückes aus der Leiche (ausgekochter Knochen), die jedoch wegen Karzinomrezidivs nicht zum Ziel führte, und zweitens über die homoplastische Transplantation eines 8 cm großen, periostgedeckten Stückes aus der Tibia eines frisch amputierten Beines nach Resektion des Unterkiefers wegen Sarkom. Diesem Ende 1907 unternommenen Versuch folgte eine feste und dauernde Einheilung. Als autoplastisches Material empfahl ich damals für gebogene Abschnitte Rippenstücke samt Periost zu nehmen, wie das schon 1900 Sykoff, 1907 Garrè ins Auge gefaßt hatten, und konnte bald darauf (1908) nach Resektion eines 10 cm großen Abschnittes wegen Adamantinom eine entsprechend großes Rippentransplantat mit vollständiger Festigung des Kiefers zur Einheilung bringen.

Allmählich ist dann die Operation, zunächst mit wechselndem Glück, auch von anderen Seiten in Aufnahme gekommen. Noch 1908 empfahl Payr die Autoplastik aus der Rippe (unmittelbar oder nach vorheriger Lagerung unter die Haut der Unterschlüsselbeingrube zur späteren Übertragung mittels gestielten Hautlappens), aber seine und seines Assistenten Heller erste Fälle mißlangen, wie Göbell mitteilt, durch spätere Ausstoßung des Transplantates. Tilmann operierte dagegen Ende 1908

erfolgreich, indem er, ähnlich wie ich, unmittelbar nach der Resektion ein periostgedecktes 8 cm langes Knochenstück aus der Tibia einsetzte. In einem späteren Fall 1910 mußte das Transplantat wegen Eiterung entfernt werden (s. Vorschütz).

v. Hacker hatte nach Streißlers Mitteilung 1910 einen Mißerfolg mit der Verpflanzung eines vom Unterkiefer selbst entnommenen Knochenstückes,[1] einen Erfolg dagegen Enderlen 1910 mit einem Rippenstück, das in einen 8 Monate alten Resektionsdefekt gelagert worden war (s. Göbell), ebenso Göbell, welcher 1911 einen ausgedehnten, fast 14 Jahre alten Resektionsdefekt des Kinnes aus der Rippe ersetzte, während ihm dieselbe Operation bei einem angeborenen Kinndefekt wegen Infektion mißglückte. 1913 teilte Schmieden am Chirurgen-Kongreß die erfolgreiche Transplantation mit fester Einheilung eines 10 cm langen periostgedeckten Knochenstückes aus der Tibia desselben Kranken zum Ersatz eines alten Unterkieferdefektes mit, während ein zweiter Patient mit traumatischem Defekt des Mittelstückes nach der gleichen Operation an Pneumonie erlag.

Trotz mehrfacher Empfehlungen und mancher glücklicher Erfolge scheint aber das Verfahren bis vor dem jetzigen Krieg wenig Anhänger gefunden zu haben. An meiner Klinik wurde seit 1908 grundsätzlich jeder größere Unterkieferdefekt durch freie Knochenplastik aus der Rippe oder aus der Tibia gedeckt, sodaß ich sofort beim ersten Fall von Schußverletzung das mir gewohnte Verfahren einleitete.

Die neuere Kriegsliteratur ist heute ein Zeichen dafür, daß sich das Verfahren in weitgehendstem Maße Anerkennung erworben hat, so weitgehend sogar, daß berechtigte Zweifel auftreten, ob es nicht als Modeoperation zu viel Anwendung findet.

Denn bei kleineren Defekten kann es nach Feststellung der Kieferenden durch Zahnschienen allein zur knöchernen Verwachsung kommen, außerdem genügt häufig bei einfachen Pseudarthrosen die Fortnahme der zwischengelagerten Narben, wenn in der Umgebung genügend Periost vorhanden ist. In 15 derartigen Fällen habe ich darnach Heilung eintreten sehen, während ich über 100 größere Defekte durch Knochentransplantation zur Heilung brachte, fast in der Hälfte der Fälle nach vorangegangenem Ersatz der Weichteile.

Die erste wichtige Erfahrung, die man wohl überall an den durch Schuß in kleine Splitter zersprengten Knochen gemacht hat, war die, daß sich größere Defekte, auch bei Röhrenknochen, durch die Regeneration der eigenen Knochen- und Periostreste vollständig ausfüllen

---

[1]) Der Fall ist nicht, wie Klapp in seiner Zusammenstellung irrtümlich angibt, vor meinem Fall, sondern erst 1909 operiert worden. In dem verschiedentlich angegebenem Fall von Esau (1910) ist ein Rippenstück bei Mikrognathie nicht zum Defektersatz, sondern nur zur Unterpolsterung der Kinngegend verwendet worden.

können, eine Erfahrung, die ganz besonders häufig am Unterkiefer zu machen war, selbst wenn Eiterung zur Fistelbildung und Sequestration verschiedenster Splitter geführt hat. Es scheint fast, als ob dem Periost des Unterkiefers eine hohe Regenerationskraft innewohnt. Ich glaube, sie ist durch zwei Ursachen bedingt, einmal, weil stellenweise die Weichteile sehr fest mit dem Periost verbunden sind, das letztere also bei der Sprengwirkung des Traumas mit ihnen und zugleich mit ihren ernährenden Gefäßen in Verbindung bleibt, zweitens wegen der bekannten Gefäßfülle der Gesichtsweichteile. Dies erklärt ganz besonders die Regeneration vom Periost aus in der Gegend der Muskelansätze der Kau- und Mundbodenmuskeln.

Freilich ist diese Regeneration keine zuverlässige bezüglich des vollen Ersatzes eines größeren Defektes, aber ich habe doch gesehen, daß sie an einem fingerbreiten Defekt, namentlich am Kinnabschnitt, genügend starke Brücken baut oder auch imstande ist, Pseudarthrosen zu befestigen, wenn man aus ihnen alles Bindegewebe entfernt hat. Sie erklärt uns, warum die freie Knochentransplantation gerade am Unterkiefer zu einer fast stets erfolgreichen festen Vereinigung führt, und sie erklärt uns die Knochenneubildung, die nach der Transplantation auch bei Eiterung mit Sequestration großer Abschnitte des Transplantates noch zum Erfolg führen kann.

Zur Freilegung des Defektes führt man den Schnitt in der Richtung des freien Randes und zwar am besten etwas unter ihm, damit die Naht nicht unmittelbar über dem Transplantat zu liegen kommt. Zunächst werden die Knochenstümpfe aufgesucht, ihre Defektränder von Narben befreit und soweit angefrischt, bis kräftiges Knochengewebe erreicht ist; denn dieses ist für die knöcherne Verbindung mit dem Transplantat zuverlässiger als die atrophischen weichen Ausläufer der Stümpfe, doch darf sich die Anfrischung nicht zu weit nach oben ins Gebiet der mit Schleimhaut bekleideten Narben erstrecken.

Hand in Hand mit der Anfrischung geht die Ausräumung des Defektes. Bei der Beseitigung der vorhandenen Narben muß man vorsichtig vorgehen, um die Mundhöhle nicht zu eröffnen. Ist die Schleimhaut im Defekt nach außen verzerrt, so kann ihre Verletzung leicht vorkommen; es hat dann die Vollendung der Operation keinen Zweck mehr, da die Infektion der Wunde, selbst bei genauer Schleimhautnaht, unausbleiblich ist und eine Einheilung des Transplantates gelegentlich wohl möglich, aber nicht sicher ist; daher näht man besser in einem solchen Fall die Schleimhautperforation, tamponiert die übrige Wunde auf einige Tage bis zur Granulationsbildung mit Jodoformgaze, näht darauf sekundär die Haut und nimmt erst einige Wochen nach zuverlässiger Heilung von neuem die Freilegung der Kieferstümpfe vor.

Die Herrichtung der Stümpfe ist je nach der Art der Vereinigung mit dem Transplantate verschieden (siehe unten).

Narkose ist nur erforderlich bei Verwendung von Knochenstücken aus dem Schienbein oder dem Beckenkamm, bei Entnahme von Rippenstücken ist die örtliche Betäubung vollständig genügend. Zur Freilegung des Unterkieferdefektes müssen der 3. Trigeminusast und die Zervikalnerven durch Einspritzung in die Gegend des Foramen ovale und durch subkutane bogenförmige Umspritzung des Operationsfeldes vom Ohrläppchen bis zum Kinn ausgeschaltet werden.

Daß die Technik der Einpflanzung, bzw. der Vereinigung des Transplantates mit den Knochenstümpfen für den Erfolg der festen Einheilung eine ausschlaggebende Bedeutung hat, glaube ich nicht, wenigstens nicht, wo innerhalb des Defektes und an den Stümpfen gut ernährte Periostteile mit den Weichteilen in Verbindung geblieben sind. Da man aber immerhin nie von vornherein mit Bestimmtheit die Mitwirkung des vorhandenen Periostes voraussehen kann, so halte ich an dem Grundsatze fest, den ich stets bei anderweitigen Knochenverpflanzungen befolge: Das Knochentransplantat ist mit dem ossifikationsfähigen Gewebe der Knochenstümpfe in weiteste Verbindung zu bringen. Diesem Grundsatz entsprechen wir bei der Unterkiefertransplantation in folgender Weise (Fig. 108). Das Periost der Knochenstümpfe

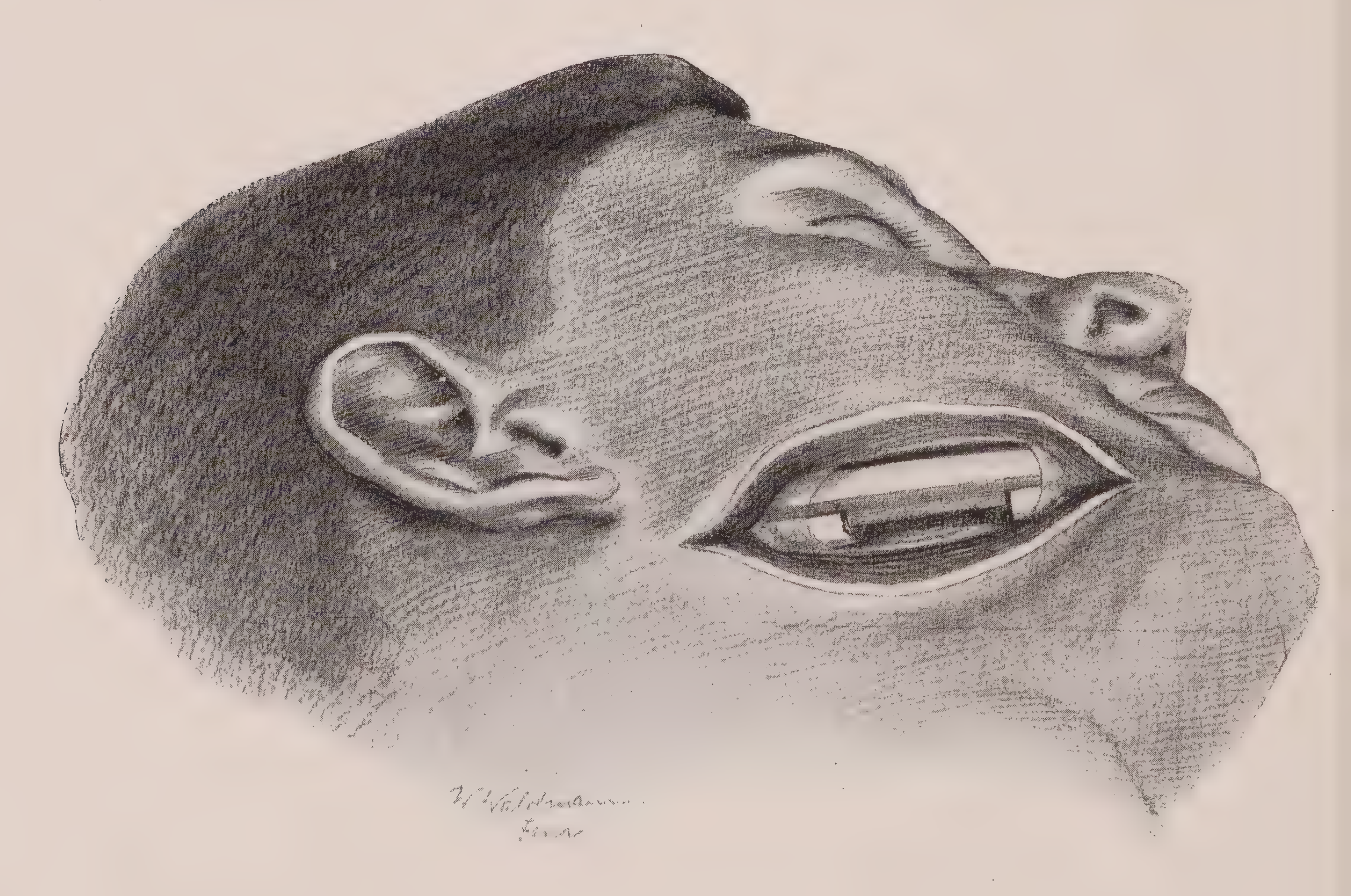


Fig. 108. Ersatz eines seitlichen Unterkieferdefektes. Das Transplantat sperrt die Stümpfe auseinander und ist mit den schmalen Enden unter Periosttaschen der Außenseite geschoben.

wird, an der äußeren und unteren Seite oder, wenn die Außenseite vernarbt ist, an der inneren und unteren, niemals aber an der oberen wegen der Gefahr der Perforation in die Mundhöhle, vom Knochen abgehoben, ohne daß vorher seine Verbindung mit den Weichteilen irgendwie geschädigt worden ist. Dadurch entsteht beiderseits eine Periosttasche, welche zum Einfügen des Transplantates benutzt wird. Damit aber das letztere sich in den Defekt einsenkt und nach Möglichkeit keiner weiteren Befestigung bedarf, wird das Knochenstück an seinen Enden in Gestalt einer Stufe verschmälert. Dadurch senkt sich das Transplantat mit seiner Hauptmasse zwischen die Stümpfe und sperrt sie gleichsam auseinander, während die scharf abgesetzten, dünnen, aber gleich breiten Enden außen oder innen zwischen Knochen und Periost zu liegen kommen. Die Vorbereitung dieser Stufe an den Transplantatenden läßt sich einfach und rasch ausführen, namentlich, wenn man dicke Stücke aus der Tibiavorderfläche oder aus der Darmbeinschaufel verwendet, aber auch an Rippenstücken kann man eine für die Verzahnung hinreichende Stufe bilden, nur senkt sich natürlich das Mittelstück des Transplantates nicht tief in den Defekt. Auf die rasche Ausführung der Vorbereitung des Transplantates ist Gewicht zu legen wegen der Infektionsgefahr bei länger dauernden Verrichtungen. Es ist dies ein Grund, warum ich die ziemlich komplizierte Herstellung von Zapfen am Transplantat und ihr genaues Einpassen in Bohrlöcher der Stümpfe verwerfe; der zweite Grund ist der, daß man dadurch keine zuverlässige Verbindung mit dem ossifizierenden Gewebe der Stümpfe bekommt. Wenn trotzdem mit diesem komplizierten Verfahren, z. B. von Lindemann, über viele gute Erfolge berichtet worden ist, so ist dies viel weniger der Art der Verbindung als der Ossifikationsfähigkeit des an den Stümpfen oder im Defekt vorhandenen Periostes zu danken.

Nicht immer jedoch ist die geschilderte Vereinigungsart mit Abstufung der Transplantatenden zu gebrauchen, vor allem nicht, wo es sich um den Ersatz von stark gebogenen Abschnitten, z. B. vom Kieferwinkel bis in das Kinnstück hinein, handelt, wenn für diesen Ersatz nicht ein genügend stark gebogenes Knochenstück zur Verfügung steht. In solchen Fällen kann man entweder das Transplantatende oder den Kieferstumpf durch Auskneifen gabelförmig gestalten (siehe Fig. 112). Wenn man über die Vereinigungsstelle das abgelöste Periost des Stumpfes herüberzieht, erhält man eine zuverlässige Anheilung. Diese einfach herzustellende gabelförmige Verbindung ziehe ich der Einkeilung des Knochenstückes in das Stumpfende vor.

Eine Befestigung mit Drahtnaht oder mit Nägeln ist möglichst zu vermeiden, denn bei auftretenden Entzündungen tritt die Eiterung leicht in die gebohrten Kanäle und kann durch Ausbreitung im Knochengewebe des Stumpfendes dessen Nekrose verschulden. Dagegen fällt

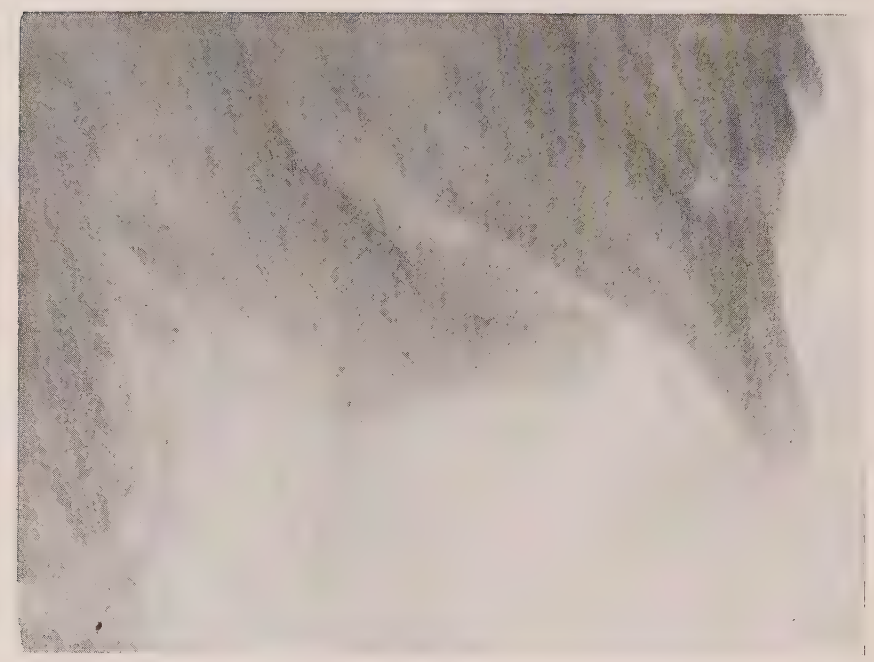


Fig. 109. Seitlicher Unterkieferdefekt.

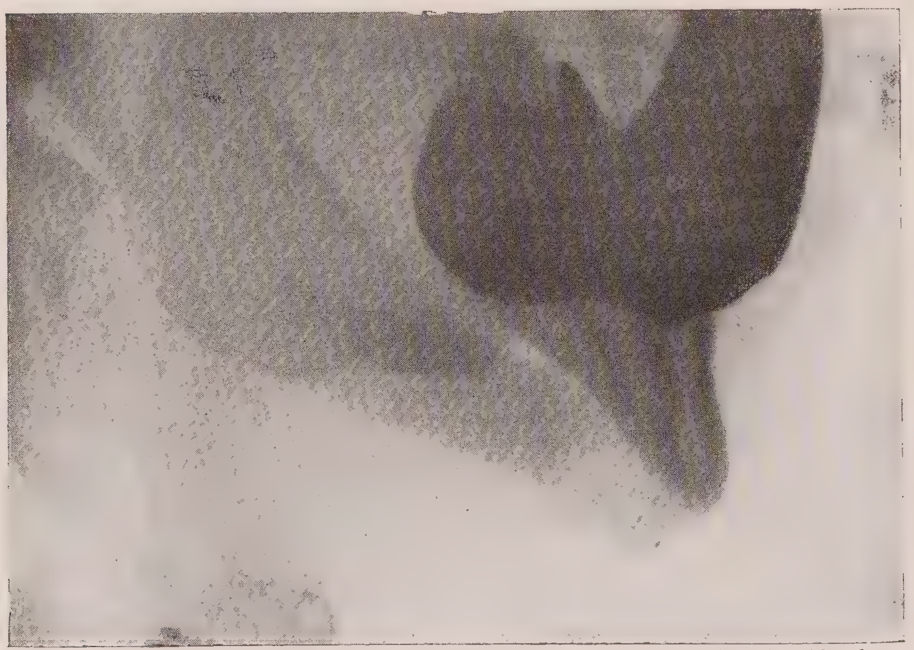


Fig. 110. Fall von Fig. 109 durch ein autoplastisches periostgedecktes Tibiastück nach dem Verfahren von Fig. 108 ersetzt.

dieser Mißstand bei der Drahtumschlingung fort, die überall da zu verwenden ist, wo das Stumpfende im Bereich des Unterkieferastes spitz ausläuft. Es kann in solchen Fällen leicht allseitig ohne Verletzung der Schleimhaut aus der Umgebung gelöst und mit der Drahtschlinge versehen werden. Seichte Einkerbungen am Stumpf und am Transplantat verhüten ein Abgleiten der Schlinge.

Daß nach der Einsetzung des Transplantates die Weichteile um dasselbe innig herumgenäht werden müssen, damit Ansammlungen von Blutgerinnseln vermieden werden und die Ernährung aus der Umgebung gesichert wird, ist eine für jede Knochentransplantation selbstvertsändliche Forderung.

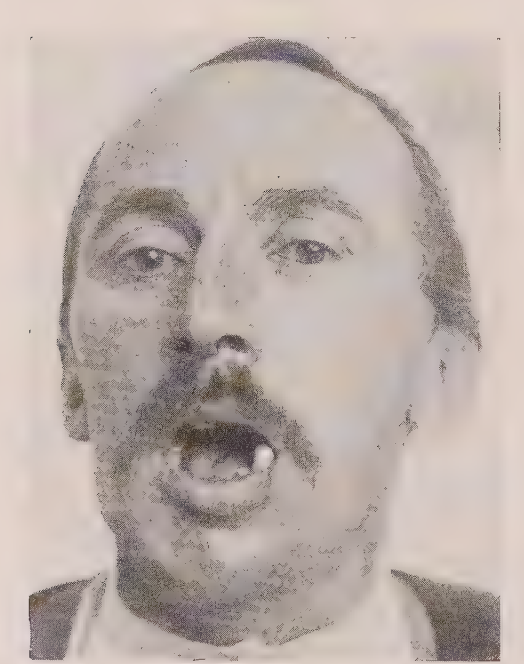


Fig. 111. Fall von Fig. 109 nach 4 Wochen fest.

Kleinere Reste des Kieferastes am Gelenkabschnitt brauchen nur dann durch Exartikulation entfernt zu werden, wenn sie durch starke Verzerrung nach der Mundhöhle Störungen verursachen. Auf ihrer Außenseite läßt sich leicht eine tiefe Periosttasche zur Aufnahme des Transplantatendes abhebeln.

Fehlt der Gelenkfortsatz oder ist er wegen störender Verschiebung des

oberen Kieferastes mit diesem entfernt worden, so muß sich natürlich das obere Transplantatende gegen das Kiefergelenk stemmen. Wenige Weichteilenähte genügen, um es hier festzuhalten, zumal man ja wegen des Fazialis die Gegend der Gelenkpfanne nicht durch unmittelbare Verlängerung der Wunde, sondern durch Vertiefung von ihrem oberen Winkel aus errreicht. Klapp hat für solche Fälle, entsprechend meiner halben Gelenktransplantation, die Verwendung eines mit einem Gelenkkopf versehenen Knochenstückes empfohlen und dazu demselben Kranken den 4. Metatarsalknochen entnommen, was nach seiner Angabe ohne funktionellen Schaden geschehen könne. Natürlich ist das Material zu dieser Gelenktransplantation auch aus frisch amputierten Gliedern zu entnehmen oder gelegentlich auto- oder homoplastisch aus schwerverletzten Händen mit verlagerten und störenden Metakarpalknochen zu gewinnen, wenn durch ihre Fortnahme Form



Fig. 112. Großer seitlicher Unterkieferdefekt, ersetzt aus dem Darmbeinkamm. Unten ist das Transplantat gabelförmig verzahnt.

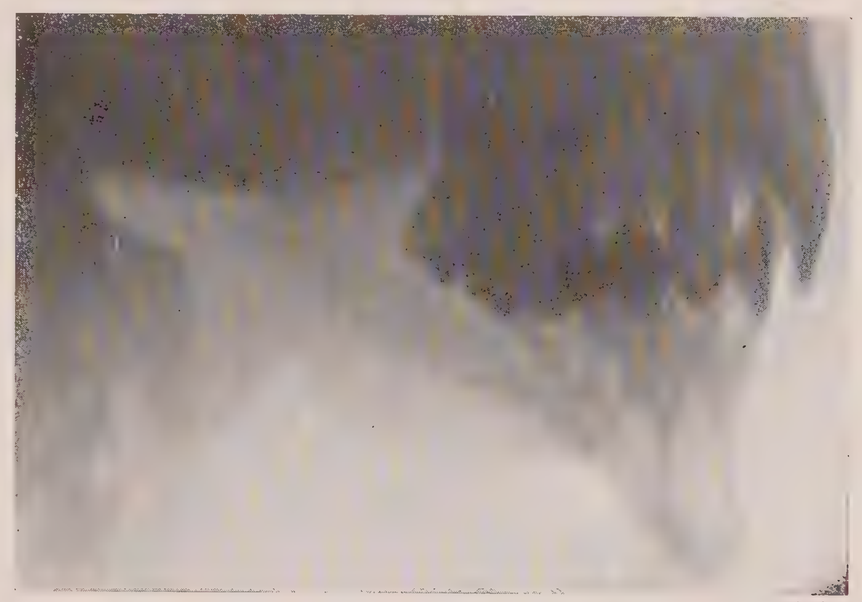


Fig. 113. Vollständiger seitlicher Unterkieferdefekt.



Fig. 114. Fall von Fig. 113. Durch ein Rippenstück ersetzt, dessen abgerundeter Knorpelanteil als Gelenkkopf abgerundet ist.

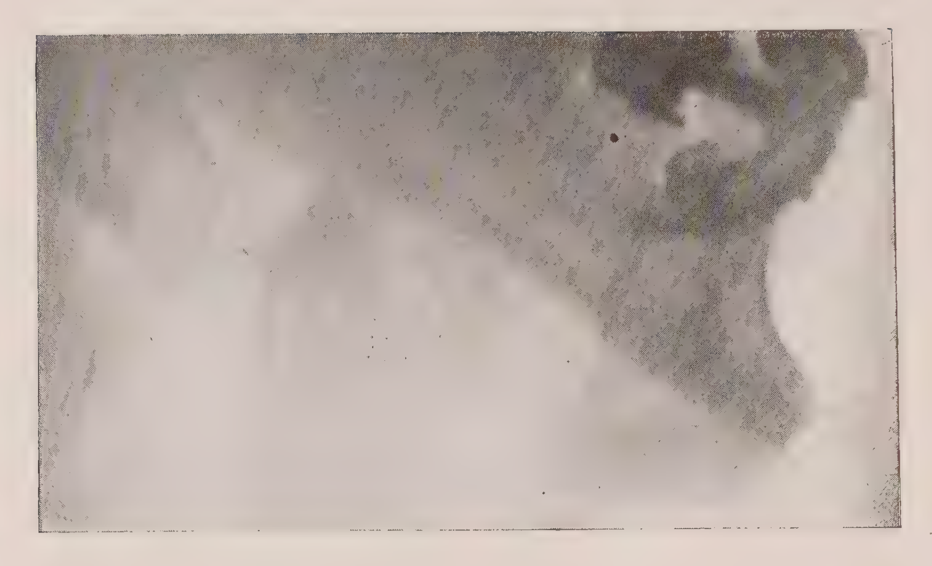


Fig. 115. Seitlicher Unterkieferdefekt.

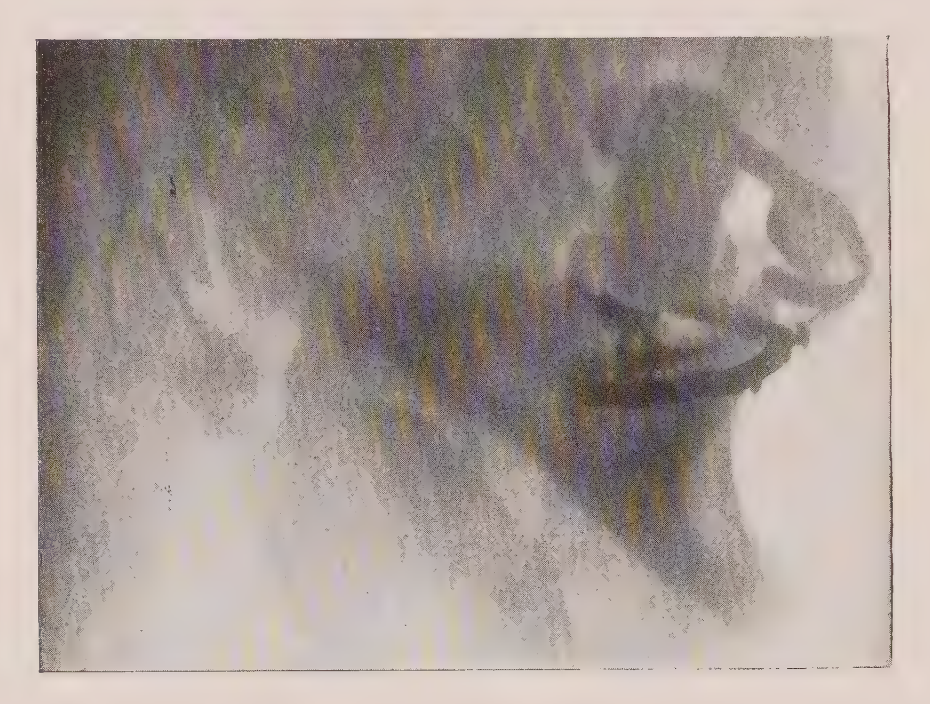


Fig. 116. Fall von Fig. 115 aus dem Darmbeinkamm ersetzt; fest nach 4 Wochen.

und Funktion der Hand gebessert wird.

Für notwendig halte ich aber gerade am Kiefergelenk eine Gelenkkopftransplantation nicht; denn es kommt hier nicht zur Verwachsung, auch wenn ein knorpelloses Knochenstück in die Pfanne eingestellt wird. Es ist also nicht nötig, ein in sich abgeschlossenes Knochenende (Klapp), sei es einen Metakarpus oder die Spina des Beckenkammes, zu verwenden. Eine Verwachsung ist deshalb nicht zu fürchten, weil ja die Pfanne in älteren Fällen nach der Verletzung oder Ausstoßung des Gelenkkopfes stets mit Narben bedeckt ist und auch nach der Herausnahme des Gelenkfortsatzes niemals angefrischt wird. Immerhin ist es ein Vorteil dieser Transplantate, daß sie mit ihren abgerundeten Enden gut in die Pfannengegend einpassen. Eine solche Abrundung läßt sich aber auch an jedem Knochenstück leicht erreichen, auch an einer Rippe, die man ja für sehr ausgedehnte seitliche Defekte benötigt. Man braucht nur die Knorpelgrenze in Ausdehnung von etwa 1 cm mit zu resezieren, die sich dann leicht mit einem Messer zu einem Gelenkkopf abrunden läßt (siehe Fig. 114).

Bei dem Fehlen des ganzen aufsteigenden Kieferastes und des horizontalen Abschnittes bis in die Nähe des Mittelstückes ist es schwierig, ein Transplantat von richtiger Form zu finden, das gleichzeitig die nötige Biegung und zur kosmetischen Wirkung einen dem Angulus entsprechenden stumpfen Winkel, bzw. Vorsprung besitzt. Gewiß kann man auch mit einem geraden Knochenspan oder mit einem ge-

bogenen Rippenstück vom Kiefergelenk bis zum Mittelstück einen Ersatz herstellen, aber man muß dann nachträglich die untere Gegend der Wange und des Kieferwinkels durch Unterpolsterung mit Fettgewebe heben, um der verletzten Gesichtsseite eine der gesunden entsprechende Form zu geben. Die Darmbeinschaufel gestattet es wohl, von ihrem Rande samt der Spina ein für die seitlichen Defekte und für Herstellung des Kieferwinkels entsprechend breites und gebogenes Knochenstück zu gewinnen, selten aber von derartiger Länge, daß damit die eine Unterkieferhälfte ersetzt wird. In zwei solchen Fällen habe ich daher versucht ein winkliges Knochenstück aus dem Schulterblatt zu erhalten. Der innere Schulterblattrand gab den aufsteigenden Kieferast, die breit resezierte Schulterblattspitze mit Abrundung ihres unteren Randes ersetzte den übrigen Teil. Da aber die nötige Biegung fehlte, ergab sich kein Vorteil vor der Verwendung eines langen Rippenstückes.

Die stärkste Biegung muß das Transplantat für Defekte des Mittelstückes besitzen, um einen genügenden Kinnvorsprung zu erzeugen. Man kann hier, wie ich das beim Kinnaufbau getan habe, ein periostbekleidetes Tibiastück zweimal einsägen, sodaß drei durch das Periost verbundene Stücke entstehen, oder aber eine Rippe einknicken, oder schließlich, bei Verwendung der Darmbeinschaufel aus der Mitte bis zum freien konvexen Rande einen kleinen Keil auskerben, sodaß eine Einknickung gestattet wird.

Defekte auf beiden Seiten zwischen einem Mittelstück oder einem Mittelstückrest und den Kieferwinkeln haben wir entweder gleichzeitig oder nacheinander durch Knochentransplantation geschlossen. Einer der schwersten Fälle war folgender, er ist um so wichtiger, als hier trotz des sofort nach der ersten Operation einsetzenden schweren Erysipels Heilung eingetreten ist. Der Patient war von einer Kieferabteilung verlegt worden, in welcher kurz vorher Erysipel in gehäuftem Maße vorgekommen war.

Doppelseitiger Unterkieferdefekt beim 29jährigen Artilleristen H. nach Granatsplitterverletzung am 28. 9. 1916. Nach Abstoßung von Sequestern und Anfertigung einer Zinngußschiene aus der Kieferabteilung des Reservelazaretts von Dr. Limpert zur Knochentransplantation überwiesen am 14. 3. 1917.

Befund: Kinn stark zurückstehend (s. Fig. 117). Strahlige Narbe in der ganzen Kinngegend und namentlich an der rechten Wange. Der Processus alveolaris rechts fehlt vollständig, links ist an ihm der letzte Molarzahn erhalten. Die Oberkieferzähne sind erhalten bis auf den linken Incisivus I und rechten Praemolaren I. Ein kleiner Teil des Mittelstücks des Unterkiefers ist erhalten, aber nach beiden Seiten beweglich, rechts besteht ein Defekt bis zum Kieferwinkel, links eine Pseudarthrose mit schmalem Defekt (Fig. 118).

Nach der Transplantation von periostgedeckten Schienbeinstücken am 21. 3. 1917, rechts 10 cm lang, links 3 cm lang, folgt ein schweres Schleimhaut- und Hauterysipel mit Pseudomembran auf der ganzen Mundschleimhaut. Trotzdem heilt das kleinere Knochenstück am linken Unterkiefer vollständig fest ein, während sich das rechte nach Fistelbildung abstößt. Nachdem der Patient zur Erholung längere

Zeit auf Urlaub war, wird erst am 31. 1. 1918 eine erneute Transplantation auf der rechten Seite vorgenommen, ebenfalls aus der Tibia (Fig. 119).



Fig. 117. Doppelseitiger Unterkieferdefekt.



Fig. 118. Doppelseitiger Unterkieferdefekt.



Fig. 119. Derselbe Fall nach beiderseitigem Ersatz aus der Tibia.

Nachdem darauf Einheilung und Festigung des Knochens eingetreten war und sich auch eine nach dem Ausschneiden der eingezogenen Narbe der rechten Seite entstandene Speichelfistel geschlossen hatte, wurden am 25. 5. 1918 die Narben ausgeschnitten und die Wundränder gehoben, wobei das untere Ende des rechten Transplantates, welches etwas vorstand, entfernt wurde. Es sah frisch, von Blutgefäßen durchzogen aus und zeigte mikroskopisch gut färbbare Zellkerne.

Für die Wahl der Knochenentnahmestelle sind die Länge, die Biegung und Breite des zum Ersatz nötigen Knochenstückes am meisten maßgebend.



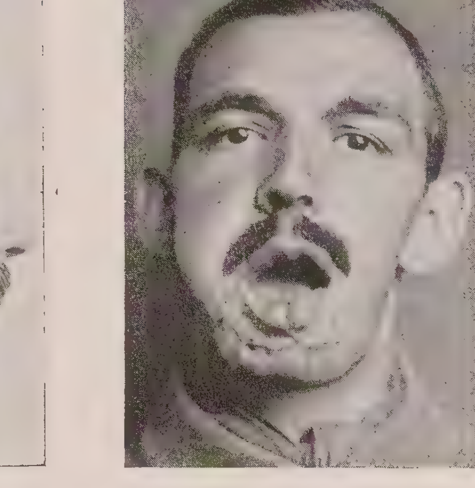




Fig. 120. Fig. 121. Fig. 122.
Fall von Fig. 117 nach Ersatz der seitlichen Defekte.

Aus den Rippen kann man die größten Defekte decken. König beschrieb einen Fall mit Einheilung eines 15 cm langen Rippenstückes. Ich habe mit Rippen Defekte vom Gelenk bis in die Mitte des Kinnes ersetzt (s. Fig. 114). Die Rippen haben den Vorteil, allseitig von Periost umgeben und gebogen zu sein, aber sie sind von keiner Stelle des Thorax so breit und dick zu erhalten wie Transplantate aus der Tibia oder aus dem Beckenkamm.



Fig. 123. Seitlicher Unterkieferdefekt.

Tibiastücke können nur an nicht oder wenig gebogenen Abschnitten verwendet werden, falls man nicht eine Einknickung künstlich herstellt.

Transplantate aus dem Beckenkamm sind gut $^2/_3$ ihres Um-



Fig. 124. Derselbe Fall nach Ersatz durch Rippe.

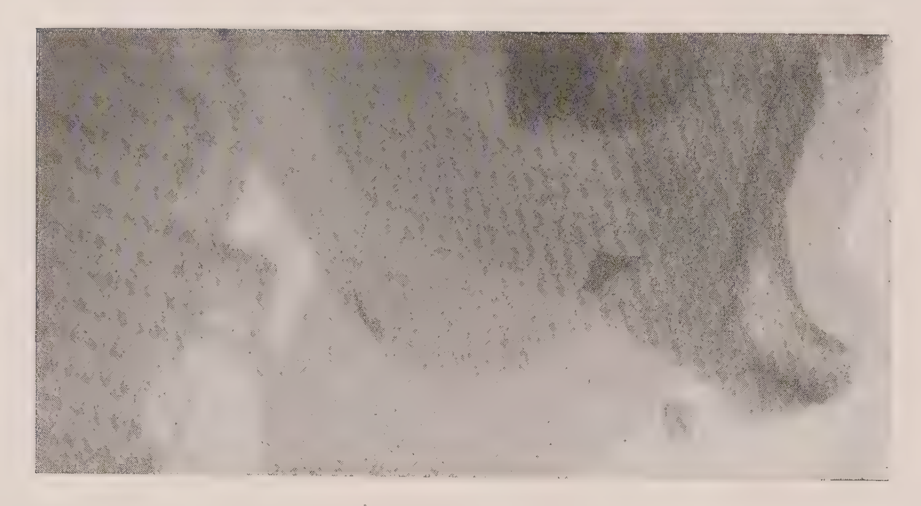


Fig. 125. Seitlicher Unterkieferdefekt.

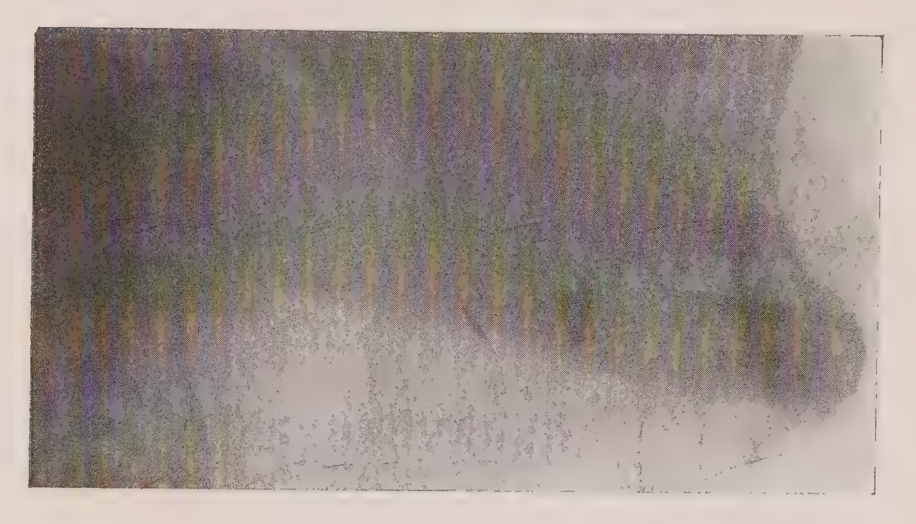


Fig. 126. Derselbe Fall nach Ersatz durch den 5. Metakarpus der verletzten Hand.

fangs von Periost bedeckt, sind gebogen und können sehr breit gewählt werden; sie eigenen sich daher sehr gut für die Gegend des Kieferwinkels, auch für das Kinn, aber nicht für sehr große halbseitige Defekte.

Selbstverständlich kann man auch anderweitige Knochenstücke, die gelegentlich einer anderen Operation in Fortfall kommen, z. B. Metakarpal- oder Metatarsalknochen, welche an stark verkrüppelten Händen oder Füßen durch ihre Verlagerung störend wirken, benutzen. In einem solchen Fall wurde ein Defekt an der Seite des Unterkiefers durch den ganzen 5. Metakarpalknochen desselben Verletzten erfolgreich ersetzt (Fig. 126).

Homoplastische Transplantate ergeben ebenfalls gute Erfolge. Sie kamen 5 mal zur Verwendung, wenn zufällig bei Knochenoperationen an anderen Patienten Knochenmaterial übriggeblieben war. 4 mal gab es glatte Einheilung und Festigung, 1 mal stieß sich das Knochenstück durch Eiterung ab, sodaß die Operation autoplastisch später mit einer Rippe wiederholt werden mußte.

Wichtig wäre es, die Dauerresultate nach Jahren zu vergleichen, um zu erfahren, welches Material namentlich in periostlosen Defekten den besten Ersatz gibt und am wenigsten der Atrophie anheimfällt. In dieser Beziehung sei auf den einen Fall von Kinnaufbau (S. 102) verwiesen, in welchem das letzte Röntgenbild zwei Jahre nach der Operation einen kräftigen und lebenden Kinnbogen, hergestellt aus drei am Periost zusammenhängenden Tibiaplatten ergeben hat (s. Fig. 156).

In einem Teil der Fälle sind durchgehende Wangen- oder Kinndefekte zu ersetzen. Die Knochentransplantation kann man frühestens 4 Wochen nach vollendeter Heilung der plastisch ersetzten Weichteile vornehmen,

im allgemeinen ist es jedoch besser, noch längere Zeit zu warten, bis die Weichteile kein Ödem mehr aufweisen.

Die zahnärztliche Arbeit ist für die meisten Unterkieferdefekte eine unerläßliche Vorbedingung; rechtzeitig vollendet vermeidet sie die Kontraktur der Kieferstümpfe und die Schrumpfung der Weichteile, ermöglicht den plastischen Ersatz von Wangen-, Lippen- und Kinndefekten und nach der knöchernen Vereinigung der Kieferstümpfe das Festheilen des Knochenersatzstückes durch Feststellung der Kieferstümpfe. Ohne diese Hilfe ist der Chirurg in frischen Fällen darauf angewiesen mit dickem Draht, der auf irgend eine Weise an den Stümpfen befestigt wird, den Defekt vorläufig zu ersetzen und die Kieferreste in annähernd richtiger Stellung zu halten. Es ist dies ja ein altes, häufig geübtes Verfahren, das uns ebensogut das Mittelstück wie einen großen seitlichen Defekt ersetzt, als auch nach der halbseitigen Exartikulation des Unterkiefers mit einem umgebogenen Ende in das Gelenk eingestellt imstande ist, die Kieferstümpfe während der Wundheilung in guter Stellung zu halten.

Ältere Fälle von Kieferdefekten, die ohne zahnärztliche Feststellung der Stümpfe vernarbt sind, haben stets eine starke Dislokation derselben nach innen, sodaß ein Defektersatz erst nach allmählicher Dehnung und Richtigstellung der Kieferreste und der Zähne zu ermöglichen ist.

Die Aufgabe des Zahnarztes ist natürlich verschieden schwer. Ohne weiteres gelingt die Feststellung, selbst größerer frischer Defekte des Unterkiefers, wenn an den Stümpfen noch kräftige Zähne für den vorläufigen Zahnapparat Halt bieten; auf verschiedene Weise lassen sich von dem einen zum anderen Ende Brücken schlagen, welche die Kieferstümpfe in richtiger Stellung festhalten, während die Umgebung der Wundheilung überlassen wird und später der knöcherne Ersatz im Defekt einheilt. Schwierig ist die Aufgabe des Zahnarztes, wenn einer oder gar die beiden Kieferstümpfe zahnlos sind, bzw. der Defekt den ganzen zähnetragenden Abschnitt betrifft.

Bekanntlich wirken kurze Stümpfe des aufsteigendes Astes als Störenfriede infolge der unvermeidlichen Kontraktur in die Mundhöhle hinein, welche infolge der widerstandslosen Zusammenziehung der Kaumuskeln eine myogene ist, aber in vielen Fällen mit Verletzung des Mundbodens noch eine narbige sein kann. Für die Anfertigung eines zähnetragenden Apparates haben diese Kieferstümpfe keine Bedeutung, da keine Möglichkeit zu einer guten Befestigung vorliegt. Man hat sie daher früher häufig schon vor Anlegung des vorläufigen Apparates entfernt und dessen Ende in die Gelenkpfanne eingestellt.

Im Beginn des Krieges nahm ich bei dem ersten derartigen frischen Fall die beiderseits stehengebliebenen kurzen Kieferreste fort, ähnlich, wie wir gewohnt waren, beim Karzinom am Seitenaste des Kiefers nicht die Resektion, sondern die Exartikulation zu machen.

Dem erwähnten ersten Patienten, dem ich beiderseits kleine Unterkieferreste exartikulierte, zumal ich bei der ausgedehnten Zertrümmerung seines Mundbodens eine starke Kontraktur nach innen befürchten mußte, legte ich, um Halt für die zurücksinkende Zunge zu bekommen, die bekannte Schröder'sche Hartkautschuk-Unterkieferprothese ein, indem ich sie beiderseits ins Kiefergelenk einstellte. Daran wurde die Zunge festgebunden und darüber, zum Ersatz des Kinndefektes eine größere Plastik ausgeführt. Geplant war, dem Patienten später eine Dauerprothese des Unterkiefers einzulegen. Drei Tage nach der Operation fand eine Nachblutung statt, welche ziemlich erheblich war und den Patienten stark schwächte. Als ihre Ursache muß ich die Arrosion der Art. meningea an der Schädelbasis durch den Gelenkfortsatz der Prothese beschuldigen. Eine bald darauf einsetzende Pneumonie fand den Patienten so widerstandslos infolge der Blutung, daß er nach wenigen Tagen zugrunde ging.

Nach diesem Fall konnte ich mich in frischen Fällen zur Opferung der Gelenkreste des Unterkiefers nicht mehr entschließen, sondern versuchte unter allen Umständen, selbst wenn nur zwei kleine zahnlose Reste übrig geblieben waren, die Befestigung eines großen Drahtbügels an ihnen zu erzwingen, um der ohne Halt nach hinten zurücksinkenden Zunge vor allen Dingen möglichst bald eine Befestigung zu geben.

Der Chirurg muß vom Zahnarzt verlangen, daß seine erste Hilfeleistung in der raschen Feststellung der Kieferstümpfe in richtiger Lage besteht. Je einfacher und rascher diese Hilfe geleistet wird, desto eher kann die chirurgische Arbeit einsetzen. Meinen Grundsätzen am meisten entsprechend und sympathisch waren die sehr einfachen Zinngußschienen, welche Herr Kollege Limpert seinen Kieferverletzten bei der Einlieferung in meine Klinik mitgegeben hat. Nur vereinzelt waren kompliziertere Apparate für die Feststellung der Stümpfe nötig. Die seitliche Extension, wie sie Lindemann an den Kieferstümpfen nach der Art von Steinmann ausführte, habe ich niemals verwendet. Freilich besteht bei mir der Grundsatz, Narben des Mundbodens, welche die Kieferstümpfe verzerren, auszuschneiden und wenn nötig darnach die Schleimhaut durch Hautlappen zu ersetzen, denn die Dehnung des vernarbten Mundbodens durch seitlichen Zug an den Kieferstümpfen ist mir auf die Dauer nicht zuverlässig genug.

Die Zinngußschienen stellen die Kieferstümpfe in leichter Öffnung des Mundes fest (s. S. 111). Es genügt ein Kopfverband (Capistrum duplex) mit Stärkebinden, um nach der Transplantation den ganzen Unterkiefer gegen die Schiene zu pressen und ruhig zu stellen. Dieser Verband wird bis zur festen Anheilung des Knochenersatzstückes getragen. Die Ernährung macht keine Schwierigkeiten; Schleimhautentzündungen werden durch tägliche Spülungen mit Wasserstoffsuperoxyd, welches zwischen Schleimhaut und Schiene gespritzt wird, leicht vermieden.

Frühestens ist die Festigung zuverlässig schon in 4 Wochen erreicht, 6 Wochen sind in der Regel nötig, selten mehr. Es hängt die Dauer der Festigung wesentlich davon ab, ob das Transplantat in tiefe Periosttaschen

hatte eingefügt werden können, wobei es sehr rasch zur festen Einheilung kommt, oder ob das Periost an den Stümpfen mangelhaft vorhanden war.

Nicht immer ist eine Eiterung nach der Operation zu vermeiden; sie kann von Granulationsherden an den Stümpfen und infizierten Narben ebensogut ausgehen wie von entzündlichen Lymphdrüsen der Submaxillargegend. Daß auch die Submaxillardrüse selbst Ausgang der Eiterung werden kann, habe ich in zwei Fällen erlebt, wo sie vollkommen nekrotisch auseiterte und auch die Sequestration des Transplantates verschuldete. Leicht eiternde Fistelbildungen, die nach einer Woche innerhalb der Naht sich entwickeln, schaden der Einheilung niemals, schlimmsten Falles kommt es zur Abstoßung eines Teiles des Transplantates.

b) Kinnaufbau.

Ich bezeichne mit Kinnaufbau zusammenfassend diejenigen Operationen, welche die ganze hufeisenförmige Biegung des Unterkiefers samt dem aus Weichteilen zu bildenden Kinn zu ersetzen haben. So typisch uns die riesigen Kinnverletzungen, die mehr oder weniger weit Lippen, Wangen und Wundboden betreffen, entgegentreten, so typisch gestaltet sich heute unser Vorgehen.

Wartet man die Vernarbung ab und zieht nur die Weichteile über dem Defekt zusammen mit oder ohne Verbindung der Knochenenden mit Hilfe eines quergestellten Knochenspanes, stets ist, wie ich das an anderweitig operierten Fällen häufig gesehen habe, das scheußliche Vogelgesicht der Enderfolg, ganz zu schweigen von der schlechten Beweglichkeit der Kieferstümpfe infolge von Narben usw. (s. S. 96). Das alles kann man nicht Plastik nennen, hier sind nur große Defekte zur Vernarbung gebracht und zurückbleibende Lücken durch Heranziehung der Umgebung beseitigt. Hier fehlt der Kinnaufbau.

Ich war mir nicht von vornherein klar, wie diese Fälle am besten zu operieren seien, d. h. auf welche Weise Unterkiefer- und Kinnvorsprung sicher und dauerhaft zu erzielen sei. Geringe Grade von Vogelgesicht können durch Unterpolsterung von Fettgewebe leicht eine bessere Form bekommen, aber für die schweren großen Defekte müssen auch große plastische Operationen herangezogen werden. Die erste Aufgabe bei den frisch Verwundeten ist es, der zurücksinkenden verletzten Zunge Halt zu geben, am besten, wie oben geschildert, durch einen großen Drahtbügel, der an den Kieferstümpfen befestigt wird und liegen bleibt, wenn nicht das Vorhandensein einiger festsitzender Zähne es dem Zahnarzt erlaubt, in einigen Tagen an ihnen ein vorläufiges Ersatzstück genügend zu befestigen. Die zweite Aufgabe ist abgesehen von der Wundbehandlung, welche vor allen Dingen möglichst bald gute Graulationen zu erzielen hat, die Deckung des großen Kinn-, Mund, Wangen- und Mundbodendefektes und zwar mit Hilfe eines geeigneten Schleimhaut- und Haut-

ersatzes, d. h. mit Hilfe eines gedoppelten oder zweier plastischer Lappen. Nach dem Ersatz der Weichteile ist es die dritte Aufgabe, die Kieferstümpfe durch knöchernen Ersatz miteinander so zu verbinden, daß die hufeisenförmige Form des fehlenden Unterkiefers als Stütze für die Weichteilplastik wieder hergestellt wird.

Bis ich zu typischen Operationen gekommen bin, bin ich manche Wege gegangen, die ich heute verwerfe. Auch die Herstellung der bogenförmigen, knöchernen Ersatzabschnitte wurde auf verschiedene Weise, und zwar schon vom ersten Fall an versucht. Nur einmal habe ich einem Zahnarzt zuliebe davon abgesehen und habe die aus der Umgebung und einem gedoppelten Halshautlappen geschaffene Kinngegend wieder aufgeklappt, um es ihm zu ermöglichen, seinen, erst nach 5 Monaten prachtvoll hergestellten endgültigen Apparat anzulegen. An dem Apparat hatte er ein Kinnstück befestigt, das dem Weichteillappen als Unterpolsterung dienen und den Kinnvorsprung bewirken sollte. Leider war es aber unmöglich gewesen, von dem betreffenden Zahnarzt eine vorläufige Prothese zur Feststellung der Kieferstümpfe in dieser langen Zeit zu erhalten, so daß Kontrakturen der Kieferstümpfe und Schrumpfung der Kinnweichteile unvermeidlich waren. Immerhin erfüllte der Kinnvorsprung anfänglich seinen Zweck. Zur nachtrählichen Knocheneinpflanzung kam es wegen Verlegung des Patienten nicht.

Im allgemeinen halte ich derartige Hilfsapparate für plastische Operationen für überflüssig, wie sie durch Fremdkörperunterlagen beim Kinnaufbau, außerdem für Wangen- und Nasenplastiken an manchen Orten gebräuchlich sind. Allerdings geben sie dem weniger geübten Plastiker bei der Operation selbst eine Erleichterung, indem sie vor allen Dingen die zu schmale Bildung der plastischen Lappen verhindern. Ich zweifle aber an dem Nutzen dieser Fremdkörperunterlagen nach der Plastik; denn bei der stets vorhandenen Neigung zur Schrumpfung muß der Fremdkörper bald gegen die Bedeckung drücken, bei Bewegungen gegen sie reiben und infolge der zwischen Fremdkörper und Hautbedeckung leicht zurückbleibenden Speisereste Entzündungen verursachen, die zum mindesten wieder zu neuen Schrumpfungen führen. Daß es schließlich auch noch zu Perforationen der plastischen Bedeckung durch die Fremdkörperprothese kommen kann, ist immer zu fürchten. Zweimal habe ich dies bei anderweitig auf diese Art operierten großen Kinndefekten gesehen.

In dem einen Fall, dem 36jährigen Landsturmmann V., lag ein großer Unterkiefer-Kinndefekt durch Granatsplitterverletzung am 15. 10. 16 vor (Fig. 127). Bis zum April 1917 stand er in zahnärztlicher Behandlung. Man hatte außer der Wundbehandlung und einer vorläufigen Prothese, welche am Oberkiefer sitzend, auf jeder Seite eine schiefe Ebene trug, um die beiden Unterkieferstümpfe auseinander zu halten, bis zum Dezember 1916 ein endgültiges Kieferersatzstück angefertigt, welches den Kinndefekt durch Kautschukplatten vollständig verschloß. Über dieser Fremdkörperunterlage wurden nach Herstellung einer Lippe aus Schleimhautresten zwei seitliche Lappen

aus der Submaxillargegend zur Vereinigung gebracht. Über dem unteren Teil der Prothese gab es jedoch eine Dreimarkstückgroße Nekrose und nach ihrer Abstoßung einen durchgehenden Defekt, der sich nur langsam verkleinerte.

Bei der Aufnahme in die chirurgische Klinik Anfang April 1917 bestand eine fast talergroße, in der Umgebung stark vernarbte Perforation in der Unterkiefergegend, in welcher die Prothesenunterlagerung frei lag und aus der sich ständig stinkende Jauche entleerte. Der Mund konnte nicht geschlossen werden, die Unterlippe war stark nach unten verzerrt (Fig. 128..

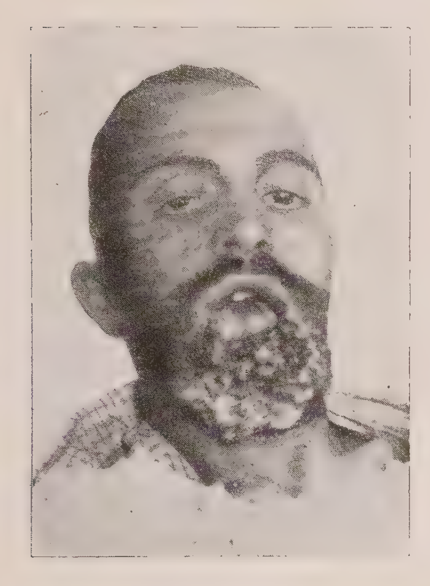


Fig. 127.

Fig. 127. Großer Unterkieferkinndefekt.

Fig. 128. Perforation der aus der Umgebung hergestellten Kinnweichteile über der Fremdkörperunterlage (Zustand bei Aufnahme in die chir. Klinik Jena).

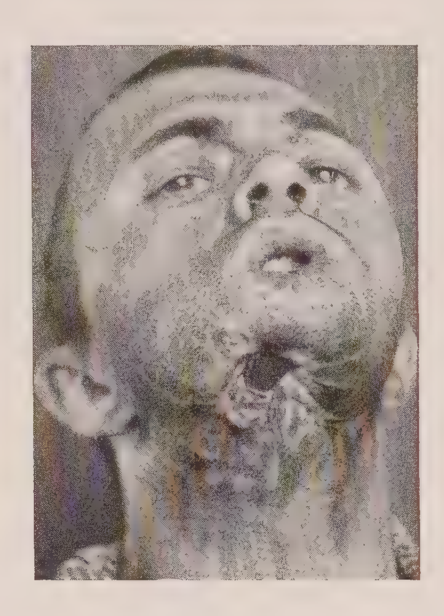


Fig. 128.

Es war also trotz dieser, die Plastik stützenden Prothese eine starke Schrumpfung eingetreten und wurde durch sie eine jauchige Entzündung unterhalten.

Letztere verbot eine einfache plastische Deckung des vorliegenden Defektes.

Es wurde zunächst der ganze mühevoll hergestellte Apparat samt seinem Kinnfortsatz entfernt, wobei die vernarbte Kinngegend von oben nach unten gespalten werden mußte. Die ganze Innenseite war durch einen großen Dekubitus eingenommen, so daß die Kinnweichteile, zumal sie auch überall stark vernarbt waren, für eine weitere Plastik ungenügend erschienen.

13. 6. 1917. Nachdem die ganze Kinnhaut bis auf die Lippenumsäumung fortgenommen und die Narben des Mundbodens ausgeräumt waren, wurde genau so vorgegangen, wie ich es im Feld bei frischen Fällen gemacht habe. Ein dicker doppelter Silberdrahtbügel wurde mittelst Draht an den Kieferstümpfen befestigt, von denen nur der linke einen Molarzahn trug, aber mit seinem unteren Rande bis nahe an die Kinngegend reichte, und der rechte zahnlose Ast etwa daumenbreit vor dem Kieferwinkel erhalten war. Mit Hülfe des Drahtes ließen sich die nach Entfernung der Narben des Mundbodens beweglich gewordenen Kieferstümpfe genügend spreizen und in annähernd richtige Stellung bringen. An dem Drahtbügel wurde die Zunge mit einem dicken Seidenfaden angenäht, der tief durch die Gegend des Phrenulums durchgezogen wurde.

Nachdem die durch Narben und Fisteln und auf der Innenseite durch Dekubitus gänzlich unbrauchbar gewordene Kinnbedeckung entfernt war, liegt außer dem Kinndefekt ein solcher der Mundboden- und Lippenschleimhaut bis zum Lippenrot vor. Zum Ersatz wird ein breiter, in der rechten Temporalgegend und oberhalb des Ohres gestielter pistolengriffförmiger Stirn-Kopfhautlappen gebildet, von dem die Stirnhaut nach innen geschlagen, beiderseits mit der angefrischten Wangenschleimhaut und am oberen Rande mit den vorher abgelösten Resten des Lippenrotes vereinigt wird. Natürlich liegt der Lappen außerhalb des Drahtbügels. Die behaarte Seite des Stirn-Kopfhautlappens kommt darauf nach außen und wird am linken Defektrand befestigt, an der oberen Seite mit dem Lippenrot vereinigt. Da die Umschlagstelle des Doppellappens sich in der Unterkinngegend befindet, so können an dieser Stelle die Sekrete der Mundhöhle gut abfließen (Fig. 129, 130).

14 Tage später wird der Stiel durchtrennt und der überflüssige Teil des Lappens auf die inzwischen entstandenen Granulationen zurückgepflanzt. Inzwischen ist unter Blattsilberbehandlung eine völlige Anheilung der Epidermistransplantation am Schädelhautdefekt eingetreten. Die rechte Seite des Lappens wird mit der Wangenhaut vereinigt.

Nach weiteren 2 Wochen wird die Umschlagstelle des Lappens durchtrennt und der nicht behaarte Hautanteil zur Bildung des Mundbodens verwendet. Der Drahtbügel wird entfernt und nach Abheilung der Wangenschleimhaut über den Kieferstümpfem durch eine Zinkgußschiene ersetzt, welche zur Feststellung derselben für die später vorgenommene Knochentransplantation mit Hilfe eines Kopfverbandes vollauf genügt.



Fig. 129. Fig. 130. Fig. 131.

Fig. 129. Bildung eines pistolengriffförmigen Stirnkopfhautlappens.
Fig. 130. Rückpflanzung des Stieles.
Fig. 131. Nach der Einlagerung von Knochen vor der Glättung und Korrektur der Verbindungsnarben.

15. 2. 1918. Ablösung der Kinnhaut von der unteren Narbe aus, Freilegung der Unterkieferstümpfe und Einpflanzung eines 12 cm langen, durch zweimaliges Durchsägen in 3, mit dem Periost verbundene Teile getrennten Tibiaspanes. Die Röntgenbilder (Fig. 132, 133) zeigen einen runden, wenn auch unregelmäßigen Kinnbogen nach 3½ Monaten.

In einem zweiten Fall konnte ich durch rechtzeitige Entfernung des Kinnkloßes nach aufgetretener Fistel in der Unterkinngegend ein Weitergreifen des Dekubitus verhüten.

Die Weichteilplastik soll nach meiner Ansicht so bald als möglich ausgeführt werden, d. h. sobald es nur irgendwie die Wundverhältnisse gestatten, jedenfalls aber, bevor der Defekt durch die entzündlich entstandenen Narbenmassen allseitig stark zusammengezogen ist; denn in diesem Zustand ist die plastische Arbeit noch einmal so schwer. Dem Zusammenziehen der Kieferstümpfe durch die Narben muß die frühzeitig angefertigte vorläufige Prothese, im Notfalle ein Drahtbügel, entgegenwirken.

Die plastische Deckung eines großen durchgehenden



Fig. 132. Nach Ersatz der hufeisenförmigen Biegung des Unterkiefers durch drei mit dem Periost verbundene Tibiaplatten.

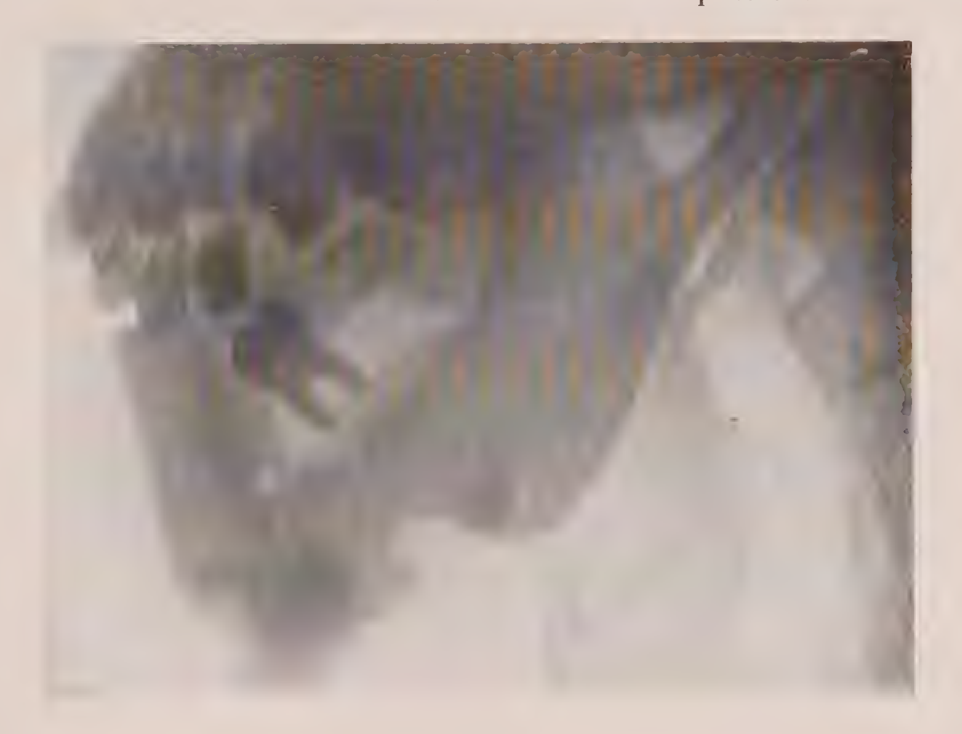


Fig. 133. Ebenso.

Kinndefektes kann man natürlich auf die verschiedenste Weise zustande bringen. Am ungeeignetsten ist die Heranziehung der Defektränder, da hiernach die Entstehung des scheußlichen Vogelgesichtes unvermeidlich ist.

Dies war z. B. der Fall bei meinem ersten Kinnaufbau, über den ich zum Teil schon 1915 in meiner Arbeit über blutige Vereinigung von Knochenbrüchen berichtet habe.

Der am 13. 11. 14 verletzte und nach Behandlung in verschiedenen Lazaretten Anfang März 1915 in das Marinelazarett Hamburg verlegte Leutnant E. zeigte einen beklagenswerten Zustand. Abgesehen von dem durch Zusammenziehung der Wunden zurückfallenden Kinn stand der Mund weit offen, konnte nicht geschlossen werden, Speichel und flüssige Nahrung liefen ständig über die Unterlippe. Von den beiden Unterkieferresten, welche zwar noch gut im Gelenk beweglich waren, jedoch durch die Wirkung der Kaumuskeln und die Vernarbung des Mundbodens und der Zungenreste stark nach der Mundhöhle verschoben standen, war am unteren Rande mehr Knochen vorhanden als am oberen, doch waren nur am rechten Ast 2 Backzähne erhalten, der ganze Kinnbogen fehlte (Fig. 134).

Ich habe damals in Ermangelung einer vorläufigen Prothese, welcher wegen des zahnlosen linken Astes sich Schwierigkeiten entgegenstellten, nach Ausschneiden der Mundbodennarben den Versuch gemacht, durch Einheilung eines zum einen Teil aus Knorpel bestehenden und deshalb federnden Rippenstückes der Kontraktur der Kieferstümpfe entgegenzuarbeiten. Die Kieferstümpfe blieben immer etwas kontrahiert, aber es trat beiderseits eine feste Verbindung ein, was wohl dem ausreichend übriggebliebenen Periost zu danken war.

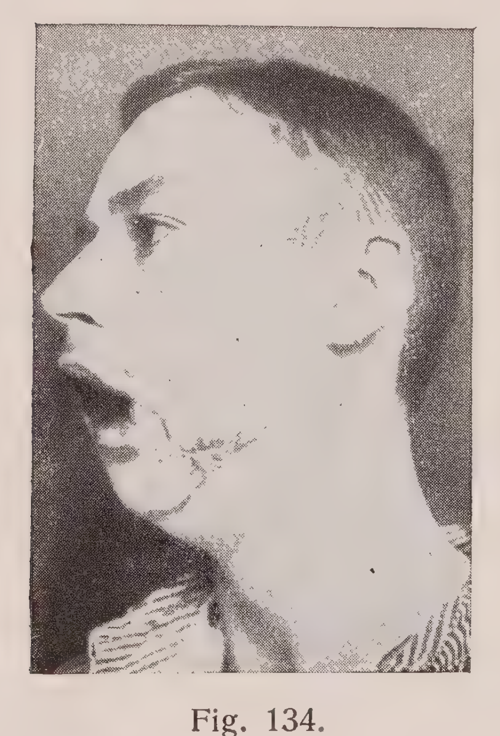


Fig. 134.

Fig. 134. Vogelgesicht nach Zertrümmerung des Kinnes und Zusammenziehung der Weichteile.

Fig. 135. Starke Keloidbildung an der Stelle des genähten sekundären Defektes eines Halshautlappens.



Fig. 135.

In weiteren mühevollen Operationen wurde zunächst ein Ersatz der Mundbodenschleimhaut durch einen rechteckigen, nur mit der Muskulatur in Verbindung bleibenden Hautlappen aus der Unterkinngegend erreicht, wobei es gelang, den geschrumpften Zungenrest nach Ablösung und entsprechender Vernähung so weit nach vorne zu verlängern, daß die Zungenspitze die obere Zahnreihe berührte. Ein in der Unterkinngegend gestielter, bis unter das Ohr reichender seitlicher Halshautlappen ermöglichte es, nach dem Einnähen in den durch Exzision der Kinn- und Lippennarbe entstandenen Defekt über dem Rippentransplantat die Kinnrundung und den Lippenschluß wieder herzustellen.

Sehr ungünstig waren die keloidartig entstehenden Narben, anstelle des sekundären Halshautdefektes, sie mußten später ausgeschnitten werden (Fig. 135).

Die infolge der Kontraktur der Kieferäste unschön eingefallenen Wangen wurden später durch Fettgewebsunterpolsterung, ebenso wie die Gegend der keloiden Narben der linken Halsseite, gehoben. Die Exzision der noch übriggebliebenen Narben wurde auf Wunsch für spätere Zeit verschoben, doch fiel der Patient durch Kopfschuß, kurze Zeit, nachdem er 2 Jahre nach der Verletzung, nach Anfertigung einer endgültigen Unterkieferprothese wieder ins Feld gegangen war. (Zu bemerken

ist noch, daß die künstliche Verlängerung des Zungenstumpfes durch die energischen Sprachübungen des Patienten einen ausgezeichneten Erfolg gehabt hatte.) (Fig. 136, 137, 138.)



Fig. 136.

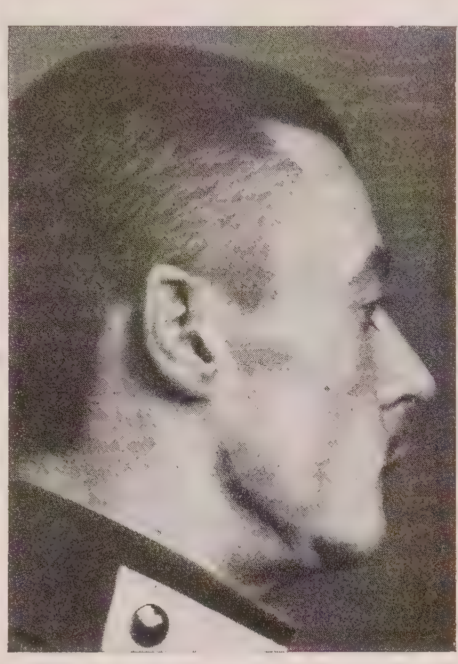


Fig. 137.

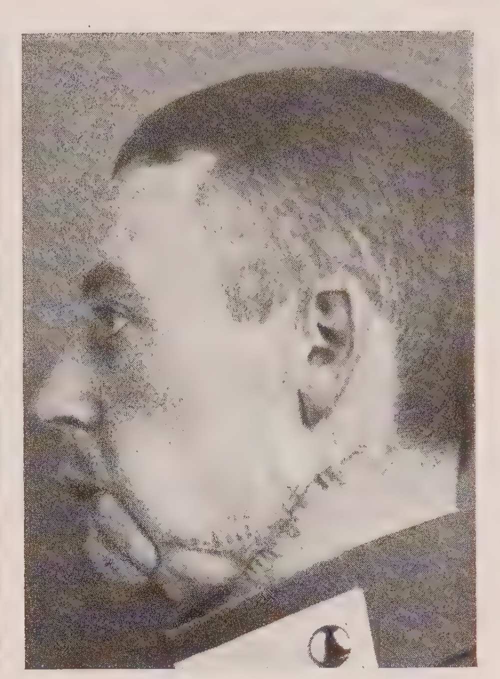


Fig. 138.

Fig. 136, 137, 138. Nach Wangenunterpolsterung, Kieferersatz durch Rippe, Kinnaufbau mittels eines Halshautlappens unter Benutzung der Kinnhautreste, vor der Korrektur der Narben.

Wie im vorliegenden Fall habe ich nur noch einmal bei einem großen Kinndefekt einen Halshautlappen, dies Mal zur Verdoppelung nach Hahn-Israel verwandt, ohne von dem Erfolg befriedigt zu sein, da die weiche Halshaut sehr stark schrumpfte und im sekundären Defekt lästige Narbenstränge entstanden.

Lappen aus der Umgebung des Defektes, aus der Gesichtshaut, entsprechen nicht meinen Grundsätzen über plastische Gesichtsoperationen wegen der entstehenden sekundären Narben im Gesicht.

Ein weiterer Versuch bei einem großen Kinndefekt aus der Gegend des Sternums einen breiten Brusthautlappen zu verwenden, dessen Stiel im Jugulum endete, so daß die Halshaut von Narben frei blieb, gab anfangs eine sehr schöne Kinnrundung über der eingelegten Rippe, doch wurde die Haut mit der Zeit, ähnlich wie das Material aus der seitlichen Halshaut,derart weich und dünn, daß sie sich an alle Unregelmäßigkeiten der Unterlage unschön anschmiegte. Dies ist besonders häufig der Nachteil aller Kinnplastiken aus der weichen Haut des Halses. Sie ist deshalb auch den Narben gegenüber, welche von den sekundären Defekten herstammen, zu widerstandslos und wird leicht derart nach unten gezerrt, daß mit der Zeit ein zurückstehendes Kinn entsteht.

Ein solcher, außerhalb operierter Fall von Kinnbildung erscheint mir in dieser Beziehung sehr lehrreich (Fig. 139). Wie die Narben am Halse zeigen, s. Fig. 140, 141, sind die Lappen zur Bildung des Kinnes von der Seite des Halses genommen. Die neue Kinnhaut ist außerordent-

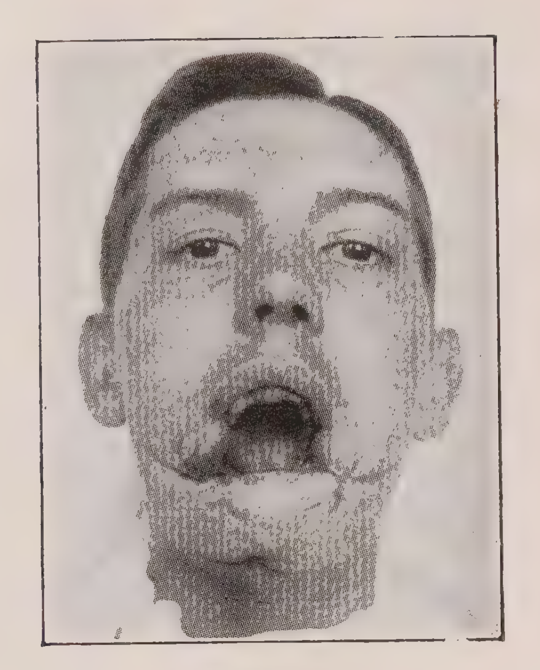


Fig. 139.

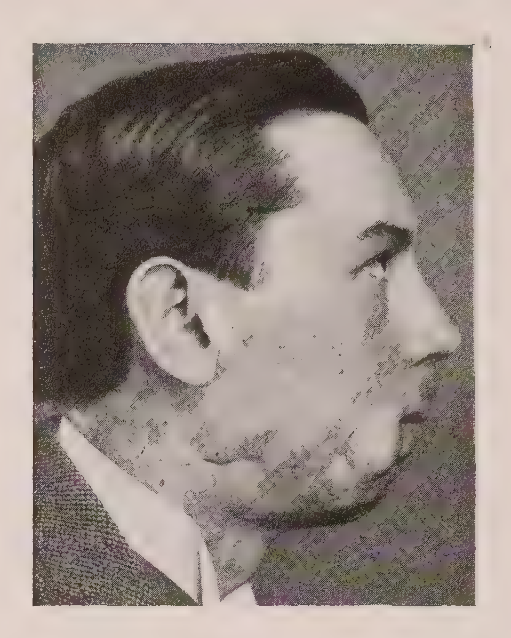


Fig. 140.



Fig. 141.

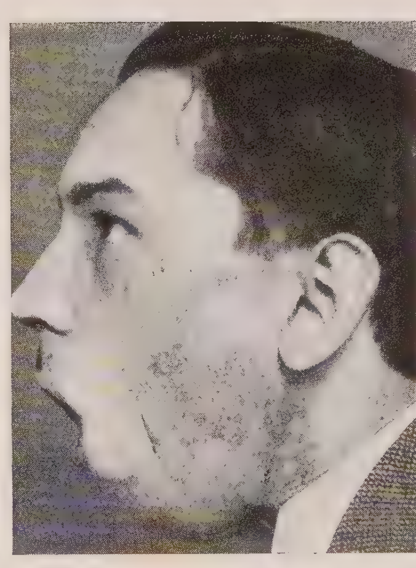


Fig. 142.



Fig. 143.

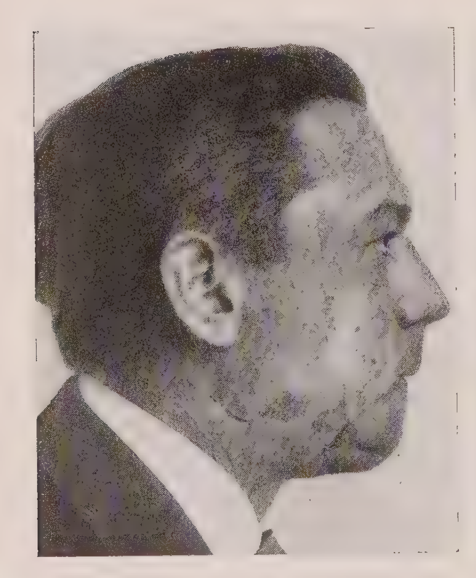


Fig. 144.



Fig. 145.

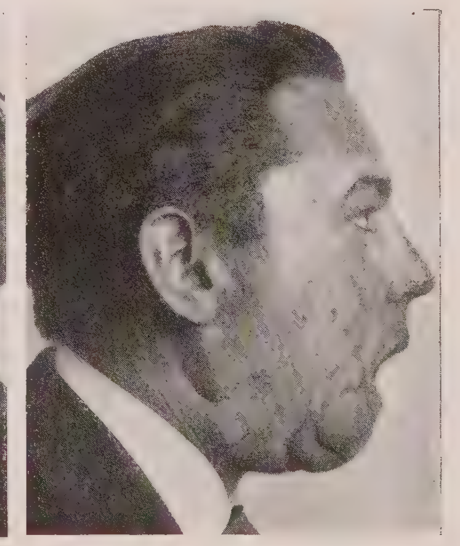


Fig. 146.

Fig. 139. Knochen- und Weichteildefekt der Kinngegend (aus Klapp und Schröder).
Fig. 140, 141, 142. Nach Unterlippen-Kinnplastik aus der Halshaut.
Fig. 143—146. Nach Ersatz der vernarbten Kinnhaut aus dem Oberarm und nach Unterpolsterung mit Fettgewebe.

lich verschieblich und wird so stark nach unten gezerrt, daß der Mund nicht gänzlich zu schließen ist und das Kinn zurücksteht. Wäre sie nicht so ausgedehnt vernarbt gewesen, so hätte man vielleicht durch eine Unterpolsterung von Fettgewebe die Form des Kinnes verbessern können. Ich habe die ganze vernarbte und weiche Kinnhaut exstirpiert und durch einen breiten gestielten Lappen aus dem Oberarm ersetzt, wie ich das bei dem Kinnersatz weiblicher Individuen ausführe. Nach der Anheilung und Stieldurchtrennung konnte die Fettgewebsunterpolsterung stattfinden, wodurch eine bessere Rundung der Kinngegend erzielt wurde. Während der Behandlung gab es unterhalb der Mitte der Unterlippe durch Druck des Zahnersatzstückes einen Dekubitus mit Fisteln, weshalb die Prothese etwas abgeändert werden mußte. Diese Fisteln benutzte ich, um nach ihrer durchgehenden Exzision eine leichte Einziehung zwischen Kinn und Unterlippe zu erhalten (Fig. 143—146).

Die besten Resultate habe ich jedenfalls mit Stirn-Kopfhautlappen, die in der Temporalgegend gestielt werden, erhalten, oder aber mit einem ebenso gestielten Kopfhautlappen über einen kleinen breit gestielten Halshautlappen. Es wird dieser Plastik von verschiedener Seite vorgeworfen, daß sie zu eingreifend sei und unschöne Defekte am Schädel hinterlasse. Es ist dies nicht richtig, denn bei der von uns verfolgten Technik ist das Verfahren sehr einfach, zumal bei der Zurückpflanzung eine Anfrischung nicht stattfindet. Außerdem wird der sekundäre Defekt in der Schädelhaut stets mit sehr großen und breiten Epidermislappen bedeckt, die stets eine glatte und gleichmäßig weiche Ersatzhaut liefern. Im übrigen wird ja jeder Plastiker seine eigenen Wege wandern. Auch sind, nach den bisherigen Veröffentlichungen und den abgebildeten Resultaten zu schließen, die Anforderungen, welche viele Chirurgen gerade beim Kinnaufbau an die Kosmetik stellen, außerordentlich geringe.

Das Verfahren, das allmählich an meiner Klinik ausgebildet worden ist, hat die Benutzung der Kopfhaut zur Grundlage. Es kommt auf die Art des Defektes an, ob man die innere Überhäutung aus der Halshaut oder durch einen Lappenfortsatz der Stirnhaut vornimmt. In dieser Beziehung kann man zwei Typen unterscheiden. Bei großen Defekten, bei welchen die Halshaut unmittelbar mit der Unterfläche der Zunge vernarbt ist, kann man zum Ersatz des Mundbodens und der Lippenschleimhaut einen breiten Halshautlappen nach oben klappen, dessen breiter Stiel an der Zunge liegt, vorausgesetzt, daß die Halshaut nicht behaart ist; darüber kommt sofort der Kopfhautlappen, dessen vordere Begrenzung in der Schläfengegend vor dem Ohr, dessen hintere hinter dem Ohr endet.

Wo aber zwischen Zunge und Halshaut noch verzerrte Weichteilreste der Kinnhaut stehen, wird der pistolengriffförmige

Stirn-Kopfhautlappen, ähnlich wie bei meiner Wangenplastik, bevorzugt. Dabei kommt die Stirnhaut eingeschlagen in die Mundhöhle und wird zunächst nur mit den Resten des Lippenrotes vereinigt. Nach der Durchtrennung der Umschlagsfalte des Lappens folgt die Anfrischung des Mundbodens und die Vernähung des haarlosen Innenlappens mit ihm oder mit der Zunge.

Bei der Bildung dieser großen Kopfhautlappen werden sofort nach der Umschneidung, zunächst des Lappenendes, Bergmann'sche Schieber reihenweise an den Hautrand gelegt, während die Blutung aus dem Lappenrand durch Kompression der A. temporalis verhütet wird. Ist auf diese Weise der ganze Lappen umschnitten, so wird das Lappenende von der Galea abgelöst, darauf mit einem Gazelappen fest gefaßt und der ganze Lappen bis in die Temporalgegend mit einem Ruck, wie bei der Skalpierung, abgetrennt. In der Temporalgegend wird die Faszie über dem Schläfenmuskel quer inzidiert, um hier dem Stamm der A. temporalis im Lappenstiel einen äußeren Schutz mitzugeben. Während der Einnähung des Lappens legt der Assistent über den ganzen sekundären Defekt hinweg fortlaufende Matratzennähte, wodurch ein Auseinanderweichen der Hautränder vermieden und die Blutung aus ihnen nach Abnahme der Schieber gestillt wird. Über die sich über die Wundfläche hinwegspannenden Fäden dieser Matratzennaht kommt möglichst ein einziger großer Epidermislappen zu liegen; der Bereich von dem zurückzupflanzenden Stiel nach der Stieldurchtrennung wird nicht mit gedeckt. Die Matratzennaht wird nach zweimal 24 Stunden entfernt. Der freibleibende Teil des sekundären Defektes wird mit einem Salbenlappen (Zinksalbe) bedeckt, unter welchem sich innerhalb zwei Wochen kräftige Granulationen bilden. Nach der Durchschneidung des Stieles, in der Regel spätestens am 14. Tag, werden die Granulationen nicht angefrischt. Der Lappen läßt sich nach dieser Zeit meist noch gut entfalten, hat er sich jedoch am Rande etwas eingerollt, so ist eine seichte Längsinzision, nahe am Rande, nötig. Auch die Wundränder brauchen selten angefrischt zu werden. Einige wenige Knopfnähte befestigen den Lappen über den Granulationen und spannen ihn in der nötigen Weise. Anfangs gewulstet, legt er sich durch die Schrumpfung der Granulationen bald vollständig glatt an die Kopfhaut an.

Sowohl die Bildung des Lappens wie das Zurückpflanzen des Stieles wird stets in örtlicher Betäubung vorgenommen.

Nach einer weiteren Woche wird die Umschlagsfalte der neuen Kinnhaut unten durchtrennt, die innere (Stirn-) Haut mit der Mundschleimhaut vereinigt, die äußere behaarte mit der Halshaut.

Man kann den Kopfhautlappen an seinem Ende auch mit einem zweifingerbreiten Perioststreifen und feinen Splitterplatten der Tabula externa in Verbindung lassen, um dadurch schon frühzeitig innerhalb der Kinngegend eine dem Mittelstück entsprechende

Knochenbildung zu erhalten. Dies habe ich bei neueren Fällen mit Erfolg ausgeführt. Man kann jedoch nicht erwarten, daß der sich bildende Kinnknochen von selbst eine Verbindung mit den Kieferstümpfen erhält, diese muß nachträglich durch Einpflanzung zweier Transplantate hergestellt werden. Das Verfahren hat den Vorteil, daß die Kinnhaut von Anfang an gut gewölbt und gerundet bleibt und keine faltigen Einziehungen erleidet.

Für die Wiederherstellung des Kieferbogens muß man natürlich die völlige Einheilung des Lappens auf der Innen- und Außenseite abwarten. Die Kieferstümpfe werden mittels der von Limpert beschriebenen Zinkgußschiene durch einen Kopfverband (Capistrum) genügend festgehalten (s. S. 112).

Die Herstellung des knöchernen Kieferbogens ist mir auf die verschiedenste Weise gelungen.

1) Einheilung einer periostbekleideten etwa 17 cm langen, 3,5 cm breiten und 1 cm dicken Tibiaplatte, welche durch zwei Sägeschnitte in 3 gleiche, durch das Periost zusammengehaltene Teile getrennt worden war. Die Verpflanzung geschah mit der Periostseite nach innen, derart daß der mittlere Teil das vorspringende Mittelstück bildete. Die seitliche Verbindung mit den Kieferstümpfen wurde durch Einschieben unter Taschen des äußeren Periostes und durch Katgutnähte erreicht. Darauf folgte nach innigem Nahtverschluß der Hautbedeckung ein Kopfverband mit Stärkegaze, der für 4 Wochen den ganzen Unterkiefer gegen den Oberkiefer feststellte. Die Einheilung erfolgte in 2 Fällen ohne Störung. Nach 5 Wochen war bereits feste Verbindung des eingebrochenen Transplantates in den einzelnen Teilen und mit den Kieferstümpfen eingetreten. In 2 anderen Fällen stießen sich vom mittleren Stück kleine Nekrosen ab.

2) Ließ sich bei kleineren Knochendefekten ein gebogenes Rippenstück oder die Darmbeinschaufel zur Herstellung der Kinnrundung verwenden.

3) Bildung des Mittelstückes aus einem Periost-Knochenschällappen des Schädels innerhalb des Weichteillappens und spätere Verbindung des entstandenen Knochenmittelstückes mit den Kieferstümpfen durch Knochentransplantation.

Unter 17 Fällen von Kinnaufbau ist der Knochen viermal aus der Tibia, dreimal aus der Rippe, einmal aus der Darmbeinschaufel und viermal unter sofortiger Ausstattung des Hautlappens mit Periost-Knochensplittern aus dem Schädel ersetzt worden. Von den Fällen der letzteren Gruppe ist erst in einem Fall (s. Beispiel) die Verbindung des entstandenen Mittelstückes mittels Transplantation abgeschlossen. In fünf Fällen ist erst die Weichteilplastik vollendet.

Beispiele:

1) Kinnaufbau mit Halshaut- und Kopfhautlappen. Kieferbogen aus der Tibia.

26jähriger Ersatzreservist Schw. Verletzung am 9. 3. 1916.

Ausgedehnter Kieferdefekt nach Granatschußverletzung. (Fig. 147).

Während der Wundbehandlung im Kieferlazarett Nürnberg wird eine Zinkgußschiene verfertigt, welche mit einem Kinnfortsatz den Defekt äußerlich verschließt. (Fig. 148). Bei der Überweisung in meine Klinik steht die Halshaut in unmittelbarer Verbindung mit der Unterfläche der Zunge. Das Lippenrot ist auf beiden Defektseiten erhalten.

Operation am 14. 10. 16. Ablösung der Lippenrotlappen von beiden Defekträndern. Aus der Halshaut wird ein, der Breite des ganzen Defektes entsprechender 5 cm langer Hautlappen gebildet, dessen Basis oben an der Zunge liegt. Dieser

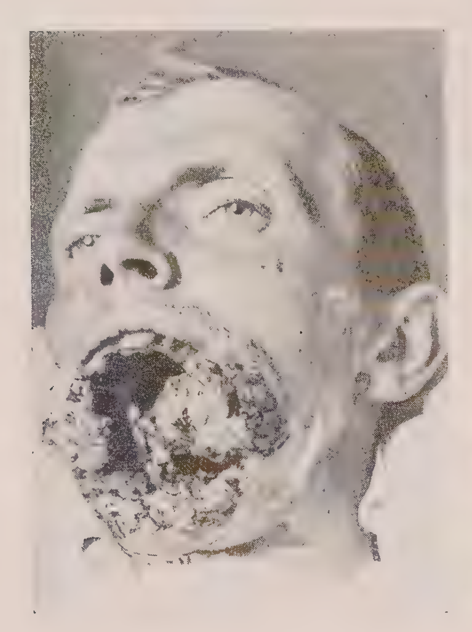


Fig. 147.



Fig. 148.



Fig. 149.

Fig. 147. Fall 1. Großer Kieferkinndefekt nach Granatschußverletzung. Kinnaufbau.
Fig. 148. Fall 1 nach Vernarbung mit Zinngußschiene. Verschlußkloß zur Plastik entfernt.
Fig. 149. Fall 1. Kopfhautlappen kurz vor Zurückpflanzung des Stieles.

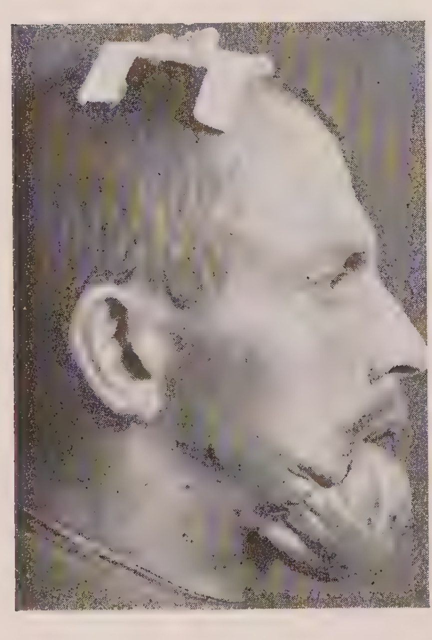


Fig. 150.

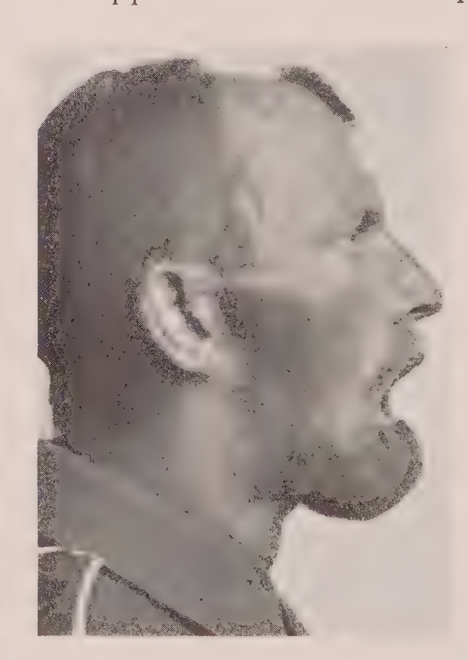


Fig. 151.



Fig. 152.

Fig. 150. Fall 1 nach Ersatz des Kieferbogens.
Fig. 151. Fall 1 nach Korrektur der Narben und Verschmälerung der eingeheilten Knochenstücke.
Fig. 152. Fall 1 nach 2 Jahren.

Lappen ist bestimmt, nach oben geklappt, Mundboden und Unterlippenschleimhaut zu ersetzen, was in diesem Falle wegen Fehlen der Behaarung möglich ist. Die Lappenränder werden seitlich mit der angefrischten, von den Kieferstumpfnarben abgelösten Wangenschleimhaut vereinigt. Die Lippenrotlappen werden an dem oberen Lappenrand mit ihrem Innenrand festgenäht. Über die Wundfläche des Halshautlappens kommt ein Kopfhautlappen aus der rechten Schläfengegend, dessen oberer Rand ebenfalls mit den Lippenrotlappen umsäumt wird. (Fig. 149.)



Fig. 153.

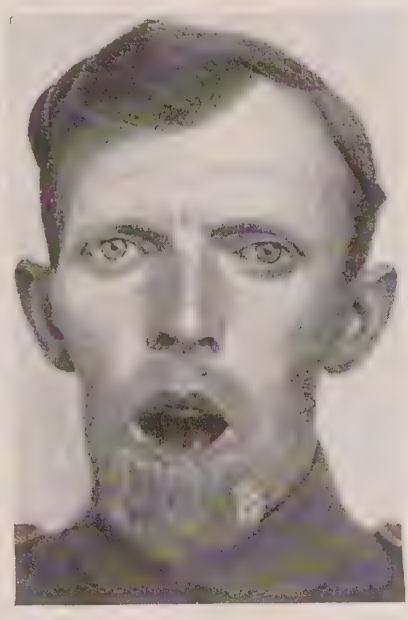


Fig. 154.



Fig. 155.

Fall 1 nach 2 Jahren.

25. 10. 1916. Durchschneidung des Lappenstieles und Zurückpflanzen desselben.

8. 12. 1916 der Kinnhautlappen wird am unteren Rande abgelöst und zur Hälfte nach oben von seiner Unterlage, dem Halshautlappen, abgetrennt. Beiderseits werden die Kieferstümpfe freigelegt, angefrischt und an ihrer Außenseite eine Periosttasche abgelöst. Aus der Tibia wird ein langer, fast zweifingerbreiter Periost-Knochenspan ausgemeißelt und wie oben beschrieben zwei Mal durch Einsägen gebrochen. Seine Enden werden stufenförmig gebildet, um in den Periosttaschen der Kieferstümpfe Platz und Halt zu finden. An den Enden muß das Periost, da es wegen der nötigen Knickung nach innen zu liegen kommt, eine Strecke weit fortgenommen werden, damit in der Periosttasche Knochen mit Knochen in Berührung kommt.



Fig. 156. Kinnaufbau. Fall 1. Kieferbogen aus Tibia hergestellt, nach 2 Jahren.

Nach 5 Wochen feste Einheilung des Transplantates.

Das derart hergestellte Kinn war anfangs etwas stark vorspringend (Fig. 150), die Knochenstücke zu breit, so daß sie bei Gelegenheit von Narbenkorrekturen am unteren Rande etwas gekürzt wurden (Fig. 151). Da der Patient wegen anderweitiger schwerer

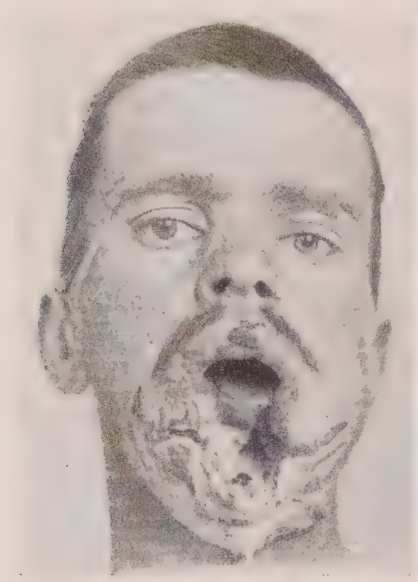
Verletzung am Oberarm mit Radialislähmung noch lange in Behandlung war, zeigen die Fig. 152—155 den Zustand nach 2 Jahren. Das Röntgenbild ergibt einen lebenden Kieferbogen (Fig. 156).

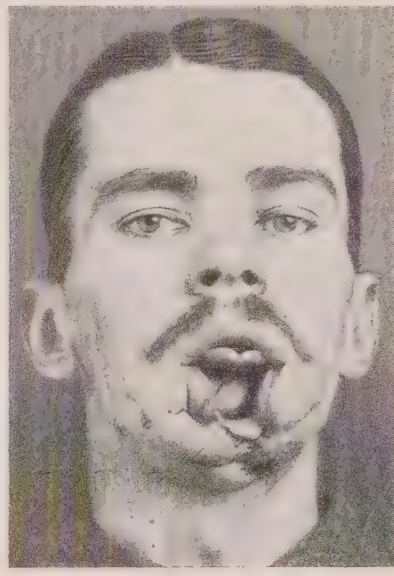
2) Kinnaufbau mit Stirn-Kopfhautlappen, Kieferbogen durch Rippenstück ersetzt.

24jähriger Soldat F. P.

Fig. 157 zeigt die frische Verletzung.

Fig. 158 und 159 zeigen den Defekt nach Vernarbung mit Zinngußschiene bei der Aufnahme 9. 10. 1916. Da hier die Unterkinngegend, wenn auch vernarbt, er-





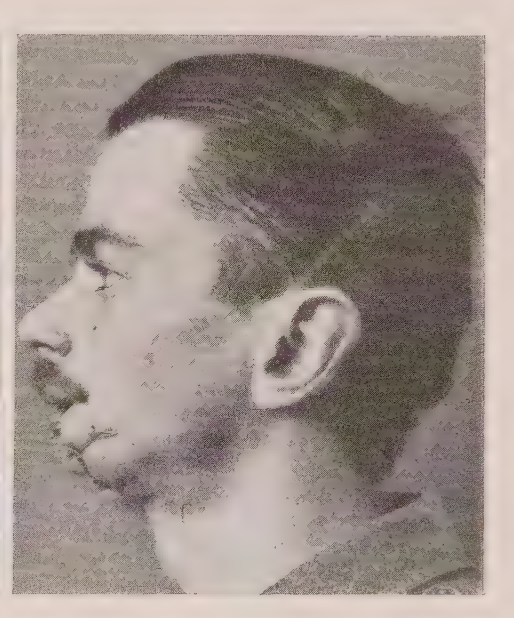


Fig. 157. Fig. 158. Fig. 159.

Fig. 157. Kinnaufbau. Fall 2. Frische Verletzung.
Fig. 158. Fall 2. Vernarbt mit Zinngußschiene.
Fig. 159. Ebenso.

halten war, konnte zum Schleimhautersatz nicht wie im vorigen Fall vorgegangen werden. Am 17. 10. 1916 wird die vernarbte Begrenzung des Haut- und Schleimhautdefektes von den Unterkieferstümpfen losgelöst und angefrischt, die ganze Mundbodennarbe zwischen den Kieferstümpfen herausgeschnitten, um der Zunge Beweglichkeit zu verschaffen. Der Defekt ist darnach halboval. Zu seiner Deckung wird ein pistolengriffförmiger Stirn-Kopfhautlappen heruntergeklappt, der Stirnanteil von unten nach oben in die Mundhöhle hineingelegt, beiderseits mit der Schleimhaut der Wange und oben mit den vom Defektrande bei der Anfrischung losgelösten Lippenrotlappen umsäumt. Der äußere Teil wird am linken Hautdefektrand vernäht. (Fig. 160).

Der sekundäre Defekt wird mit einem großen Epidermislappen bedeckt, der wieder zu bedeckende Teil des Defektes wird der Granulation unter einem Salbenlappen überlassen.

Am 2. 11. 16 Stieldurchtrennung und Rückverpflanzung. Darnach wird der rechte Lappenrand in die Haut eingenäht. Die Umschlagstelle wird eine Woche später durchtrennt (Fig. 161) und der untere Rand der Stirnhaut mit der angefrischten unteren Zungenseite vernäht, nachdem die quere Anfrischungswunde zur Verlängerung des freien Zungenteiles etwa 2 cm weit in querer Richtung vereinigt ist, so daß die Spitze bei der Aussprache des L wieder imstande ist, die obere Zahnreihe zu berühren.

23. 2. 1917 wird die untere Umrandung des Kinnlappens umschnitten, der letztere in seiner unteren Hälfte abgelöst und nach Freilegung und Anfrischung der Kieferstümpfe ein 8 cm großes periostbekleidetes Rippenstück mittels Katgutnähten im Defekt und seine Enden unter Periosttaschen an der Außenseite befestigt. Es folgte glatte Einheilung. Während eines Urlaubs im April 1917 traten in der Narbe zwischen Ersatz-

lappen und Halshaut zwei kleine Fisteln auf, die sich nach einmaligem Auskratzen mit dem scharfen Löffel rasch wieder schlossen. Durch die Operationen war ein gut vorstehendes Kinn und dank der Transplantation innerhalb 6 Wochen ein fester Unterkieferbogen erzielt worden (s. Fig. 162, 163 und 164). Die eingezogenen Narben wurden



Fig. 160. Fig. 161. Fig. 162.

Fig. 160. Pistolengriffförmiger Stirnkopfhautlappen vor dem Zurückpflanzen des Stieles.
Fig. 161. Nach Verschluß der Umschlagsfalte.
Fig. 162. Nach Einheilung eines Rippenstückes.



Fig. 163. Fig. 164. Fig. 165.

Fig. 163. 164. Nach Glättung der Narben.
Fig. 165. Fall 2. 13 Monate nach der 1. Operation, aus dem Felde.

später ausgeschnitten und die Wunden fein vernäht, ebenso das Lippenrot verbessert. Nach Herstellung eines endgültigen Zahnapparates, der an den beiderseits vorhandenen Backzähnen befestigt werden konnte, wurde der Patient im Herbst 1917 zur Truppe entlassen. Das Röntgenbild zeigte, daß das Rippenstück in gute Verbindung mit den Kieferstümpfen getreten war und von diesen eine sehr weitgehende Regeneration stattgefunden hatte, so daß sich die ersetzten Kieferenden beinahe unter dem Rippenstück berührten, die Sprache war ausgezeichnet geworden. Der Patient sandte Anfang 1918 seine Photographie aus dem Felde (Fig. 165).

3) Kinnaufbau durch Stirnkopfhautlappen samt einem Streifen aus der Tabula externa.

25jähriger Soldat S. Granatsplitterverletzung des Kinnes am 16. 8. 1917. Eingeliefert in die chirurgische Klinik Jena am 6. 12. 1917, nachdem ihm im Nürnberger Kieferlazarett von Dr. Limpert eine Zinngußschiene angefertigt ist, welche mit Hülfe eines Schraubengewindes die Kieferstümpfe spreizt. Es fehlt die Unterlippe bis auf kleine Reste an den Winkeln, die nach abwärts verzerrt sind. Von der Kinnhaut ist ein kleiner Rest auf der rechten Seite erhalten, der in der Tiefe mit dem Mundboden vernarbt ist. Die übrigen Teile der Unterlippe und des Kinnes fehlen vollständig, ebenso das ganze Kinnmittelstück bis zum linken Unterkieferwinkel. Über die rechte Wange verläuft eine Längsnarbe nach der Gegend des Kinnes zu, da man anderen Orts versucht hat, mit einem Lappen aus der Unterkinngegend den Defekt soweit zu decken, daß der lästige Speichelfluß vermieden wird. Das linke Fragment des Unterkiefers ist vollständig zahnlos, auf dem rechten steht noch der letzte Molar. Die linke



Fig. 166. Fig. 167. Fig. 168.

Fig. 166—168. Kinnaufbau. Fall 3 nach Vernarbung mit Zinngußschiene.

Oberkieferhälfte ist zahnlos, bis auf den letzten Molar. Die Fig. 166, 167, 168 geben den Zustand bei der Einlieferung am 6. 12. 1917.

Operation am 9. 12. 1917 in Narkose. Nach Ablösung der Lippenrotreste der Unterlippe wird ein pistolengriffförmiger Stirnkopfhautlappen von gehöriger Breite, dessen nicht behaarter Stirnanteil genau in der Mitte liegt, mit breitem Stiel in der Gegend des rechten Ohres gebildet. Zum Unterschied von den früheren Fällen wird der Stirnkopfhautlappen jedoch nicht ohne weiteres vom Periost abgelöst, sondern es wird zunächst nur der grifförmige Stirnanteil und die hintere Partie des Lappens auf eine Breite von zwei Fingern abgetrennt, sodann wird mit dem V-förmigen Meißel aus der Tabula externa ein 4 cm breiter, 10 cm langer Teil ummeißelt und mit dem geraden Meißel von der Diploë gelöst, so daß diese, allerdings mehrfach eingebrochene, Knochenplatte in Verbindung mit dem Hautlappen bleibt. Sie steht quer genau oberhalb des unbehaarten Stirnanteiles.

Damit sollte versucht werden, daß sich schon innerhalb des gedoppelten Lappens ein Kinnmittelstück bildet, so daß die künftigen Knochentransplantate, welche dasselbe mit den Stümpfen des Unterkiefers verbinden sollen, ein knöchernes Kinnstück vorfinden und vielleicht auch durch diese knöcherne Zwischenlagerung im gedoppelten Lappen eine manchmal unangenehme Faltung verhindert wird.

Die nach innen umgeschlagene Stirnhaut wird mit den abgelösten Unterlippenrotresten so weit als möglich umsäumt, dessen äußere Wundränder sodann mit der

äußeren behaarten Haut in Verbindung kommen. Das Lappenende wird am linken Defektrand so vernäht, daß die Stirnhaut mit der Schleimhaut, die behaarte Haut mit der Wangenhaut in genaue Verbindung tritt.

Der sekundäre Defekt wird sofort durch Epidermislappen gedeckt.

30. 12. 1917 Durchtrennung des Stieles und Zurückpflanzen desselben auf die Granulationsfläche der Schläfengegend. Darnach wird die Anfrischungsstelle der rechten Seite des Lappens mit dem rechten Defektrand in ähnlicher Weise vernäht wie früher die Lappenspitze links.

8. 3. 1918 Um dem im Doppellappen enthaltenen Knochenstück längere Zeit zur kräftigen Ernährung zu geben, wird die in der Unterkinngegend noch vorhandene freie Kommunikation erst jetzt durch Spaltung der Umschlagsstelle des Lappens verschlossen, dabei kommt der untere Rand der Stirnhaut in Verbindung mit dem angefrischten Mundboden, gleichzeitig einen neuen Mundboden und den Schleimhautersatz der Unterlippe bildend. Die behaarte Haut wird mit der Halshaut vereinigt.

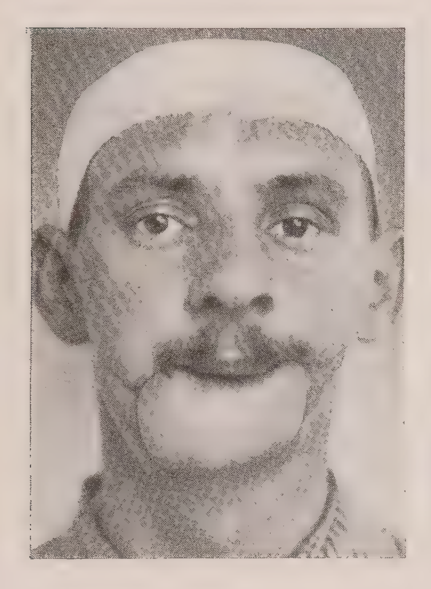

Fig. 169.


Fig. 170.

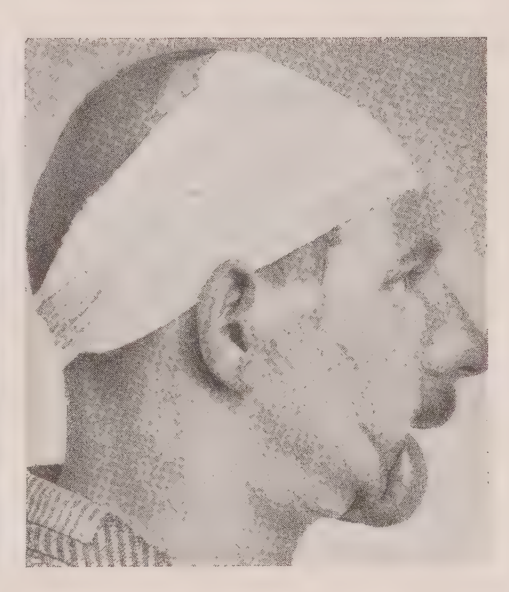

Fig. 171.

Fig. 169—171. Kinnaufbau. Fall 3. Nach Verbindung des aus der Tabula externa gebildeten Kinnes mit den Unterkieferstümpfen durch Knochentransplantation. Vor Exzision der eingezogenen Narben. Am Schädel sind einige wulstige Narben entfernt und durch Epidermislappen ersetzt.

29. 5. 1918. Im Mittelstück hat sich dicker Knochen entwickelt, welcher die Kinngegend gleichzeitig rundlich auspolstert. Die Verbindung mit den Kieferstümpfen wird unter örtlicher Betäubung zuerst auf der rechten Seite durch Einpflanzen von einem periostgedeckten Tibiastück vorgenommen. Zur Entnahme aus der Tibia wird der Patient kurze Teit narkotisiert. Von dem Kieferstumpf läßt sich das Periost zur Aufnahme des Transplantates, das 5—6 cm lang ist, taschenförmig abhebeln. Seine Vereinigung mit dem aus der Tabula externa stammenden Kinnstück wird hinter der Knochenmasse desselben durch Verzahnung erreicht. Mit Katgutnähten werden die Weichteile möglichst genau über dem Transplantat zusammengezogen und die Haut nach Exzision der Narbe vernäht.

18. 7. 1918 Freilegung des noch bestehenden Defektes auf der linken Seite und Ersatz desselben durch ein gebogenes Stück aus der Darmbeinschaufel, das sowohl am Unterkieferstumpf als an dem jetzt sehr kräftig entwickelten Mittelstück unter Periosttaschen eingefügt und durch Katgut festgehalten wird.

Das Transplantat auf der linken Seite heilte wegen auftretender Eiterung, die wahrscheinlich von den Lymphdrüsen ausging, nicht vollständig ein. Es bildete sich eine schmale Pseudarthrose am hinteren Transplantadende, wo sich ein Sequester abgestoßen hatte, deshalb

am 10. 10. 1918 abermals Transplantation eines periostgedeckten Tibiaspanes von 6 cm Länge, der in Periosttaschen auf der Außenseite der Pseudarthrose eingefügt



Fig. 172.

wird und der die Aufgabe hat, durch seine Größe gleichzeitig die Weichteile zu heben. (Fig. 172, 173, 174.) Gute Einheilung und Festigung in 4 Wochen.

Die Erwartung, daß sich aus dem Tabula externa-Anteil des Ersatzlappens ein kräftiges Kinnstück bildet, hat sich demnach in diesem Fall vollkommen erfüllt, ebenso wie in 3 bisher ähnlich operierten Fällen, in denen jedoch eine Verbindung mit den Kieferstümpfen noch nicht ausgeführt worden ist.

Der Fall ist noch nicht abgeschlossen (Fig. 169—171).



Fig. 173.

Da ein großer Teil der von mir behandelten Kieferschußverletzungen aus der von Sanitätsrat Dr. Limpert in Nürnberg geleiteten Kieferabteilung in die chirurgische Klinik zu Jena verlegt worden ist, so lasse



Fig. 174.

Fig. 172—174. Fall 3. Kinnaufbau. Mittelstück aus der Tabula externa im Stirnkopfhautlappen, seitliche Verbindung durch Tibiaspäne.

ich eine kurze Beschreibung von dessen Behandlungsart aus eigener Feder folgen, um so mehr, als dieselbe durch ihre Einfachheit und rasche Herstellung der zur Operation nötigen Schiene vom chirurgischen Gesichtspunkte aus jedenfalls die größte Anerkennung verdient. Bezüglich der Operationen bei Oberkieferdefekten sei auf den 3. Abschnitt: Gesichtsdefekte verwiesen.

c) Die zahnärztliche Behandlung der Kieferschußverletzungen von Sanitätsrat Dr. Ludwig Limpert, Nürnberg.

Seit September 1914 kamen 1403 Kieferverletzte zur Behandlung. Darunter waren 298 Oberkieferverletzungen (165 Frakturen), 927 Unterkieferfrakturen und 180 mit geringfügigen Kiefer- und Weichteilverletzungen. Durch Beschienungen wurden 1022 Fälle geheilt.

Knochentransplantationen waren bei 103, ausgedehnte Gesichtsplastiken bei 70 Fällen nötig. Der operative Verschluß von Gaumendefekten wurde bei 6 Fällen vorgenommen.

Die Behandlungsarten, die ich seit 16 Jahren bei Kieferverletzungen im Städt. Krankenhause in Nürnberg anwende, behielt ich im allgemeinen auch für die Kriegsverwundungen mit gutem Erfolg bei.

α) Unterkieferschußverletzungen.

Bei Unterkieferschußbrüchen wurden, wenn hinreichend feststehende Zähne im Ober- und Unterkiefer vorhanden waren, Drahtschienen, bei zahnarmen und zahnlosen Kiefern Zinngußschienen angewandt.

Die Drahtschienen bestehen aus Schraubenbändern (Schb), wie solche in der Orthodontie angewendet werden, und Bügeln (B), die aus starken breitgewalzten oder breitgeschlagenen Drähten bestehen und buccalwärts an den Schraubenbändern angelötet sind (Fig. 175).

Die breiten Bügel sind mit Einfeilungen (Ei), und Knöpfchen (Kn) versehen (Fig. 176).

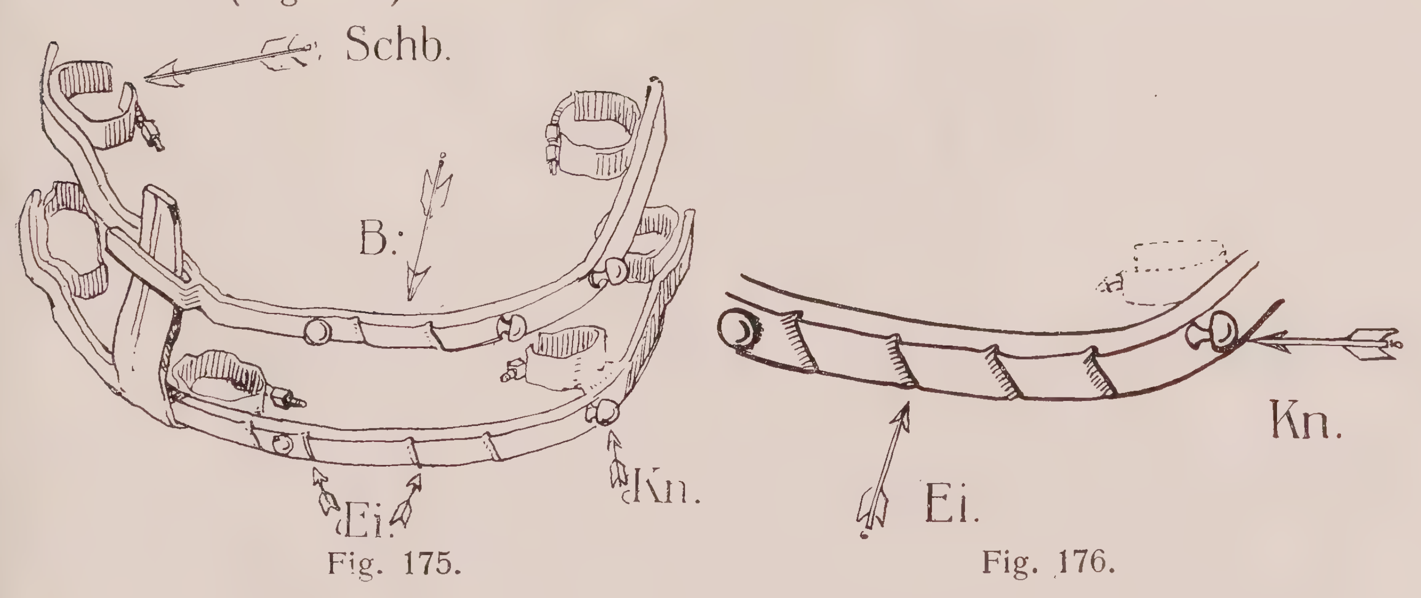


Fig. 175. Fig. 176.

In den Einfeilungen finden die um die Zähne geschlungenen Ligaturdrähtchen beim Anziehen festen Halt.

An den Knöpfchen mit ihren abgerundeten, nicht reizenden Köpfen sind die intermaxillären Gummizüge angebracht.

Die Schraubenbänder (Schb) liegen lingualwärts mit den freien Enden den Zähnen zugekehrt, damit sie die Zunge nicht reizen (Fig. 177).

Diese Drahtschienen liegen den Zahnbogen innig an, gewähren äußerst festen Sitz und werden gut vertragen (Fig. 178).

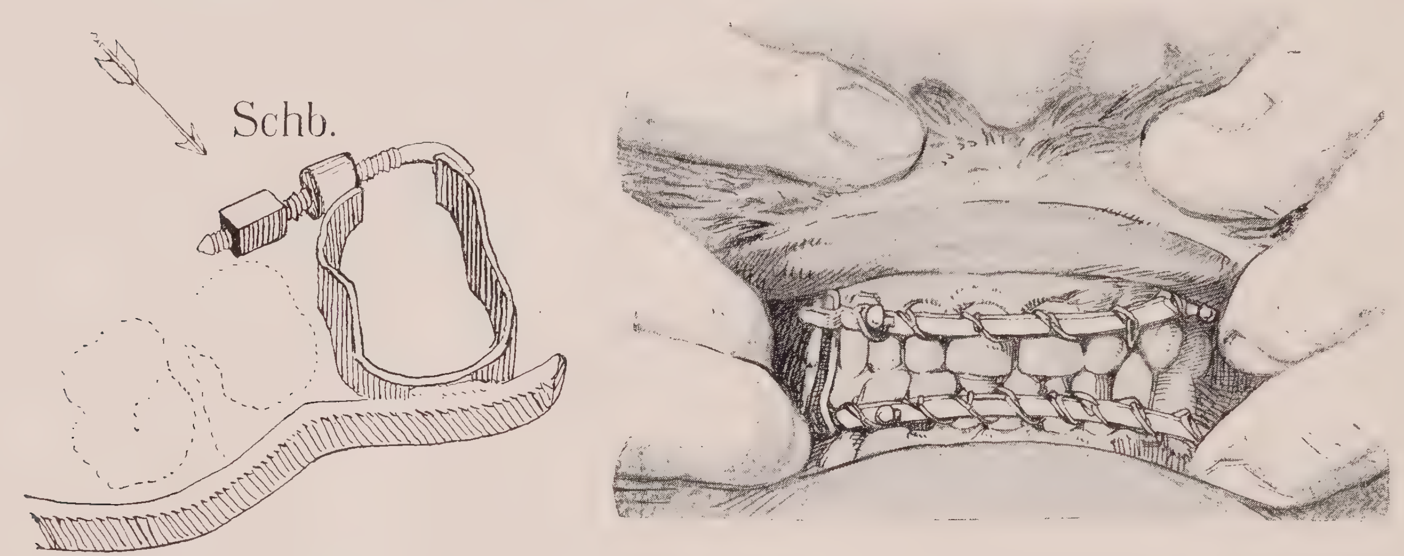


Fig. 177. Fig. 178.

Ihr Einsetzen ist einfach und mit keinen Schwierigkeiten verbunden.

Bei schweren Verletzungen werden, wenn es die Zahnstellung irgend gestattet, mehr als zwei Bänder (Schrauben- oder einfache Blechbänder) angebracht (Fig. 175).

Die frakturierten Unterkiefer werden nach außen durch Kinnstützen in Ruhestellung gehalten, Schwerverletzte tragen stets nach Abdrücken gearbeitete Zelluloidstützen, in denen der ganze Unterkiefer mit Einschluß des Winkelgebietes ruht (Fig. 179).

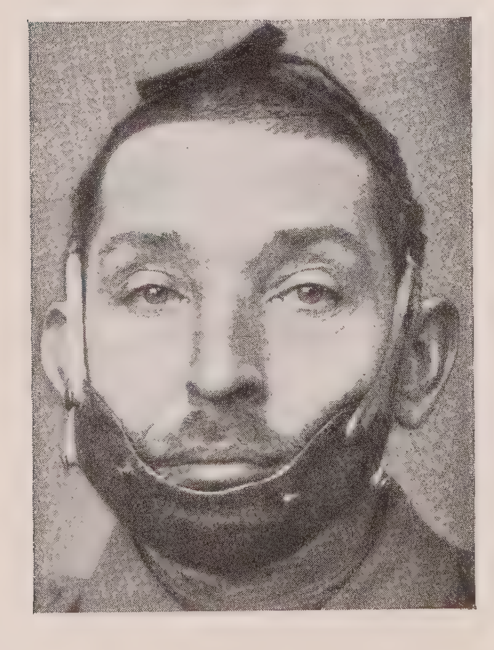


Fig. 179.

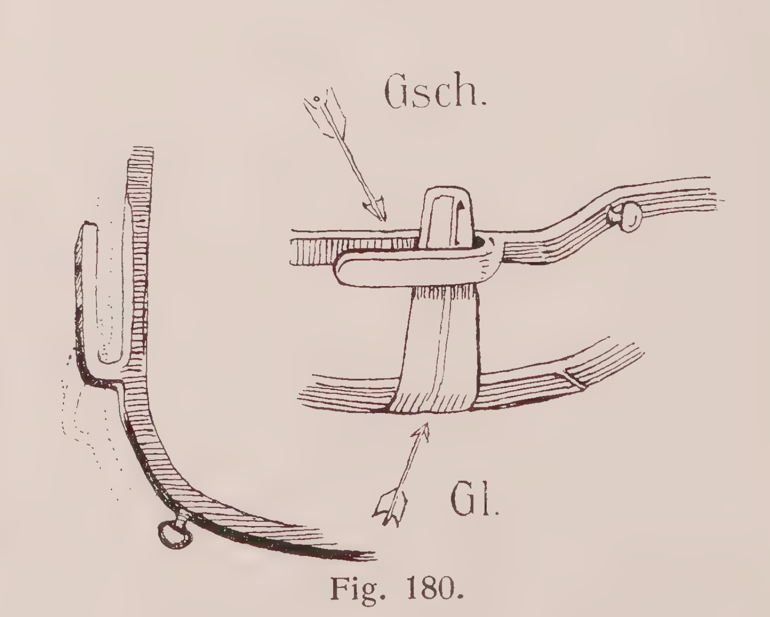


Fig. 180.

Die schiefe Ebene, die im ersten Kriegsjahre noch häufig angewandt wurde, ist im zweiten Kriegsjahr mehr und mehr von der Gleitschiene (Gsch) verdrängt worden. Letztere wende ich in folgender Vereinfachung an. Ein 2 cm langer, breitgewalzter Draht wird im letzten Drittel rechtwinklig gebogen und mit dem kürzeren Ende an den Drahtbügel, der um den Zahnbogen gelegt ist, verlötet. In diesem Winkel läuft der Gleiter (Gl) (Fig. 180).

Diese Schiene erfüllt in allen Fällen vollkommen ihren Zweck.

Ich verwende sie in der Orthodontie nach beendigter Regulierung häufig als Fixationsapparat.

Die Zinngußschienen, die nur bei zahnarmen und zahnlosen Kiefern angewendet werden, sind verhältnismäßig leicht herzustellen. An sie gewöhnen sich die Verletzten überraschend schnell und ernähren sich durch die angebrachten Fensteröffnungen hinreichend gut.

In denselben sind Löcher eingebohrt, durch welche die Basis mit der Stempel-Spritze gereinigt werden kann, so daß übler Geschmack und Geruch vermieden werden (Fig. 181).

Nachstehend einige Beispiele für die Anwendung dieser Schienen.

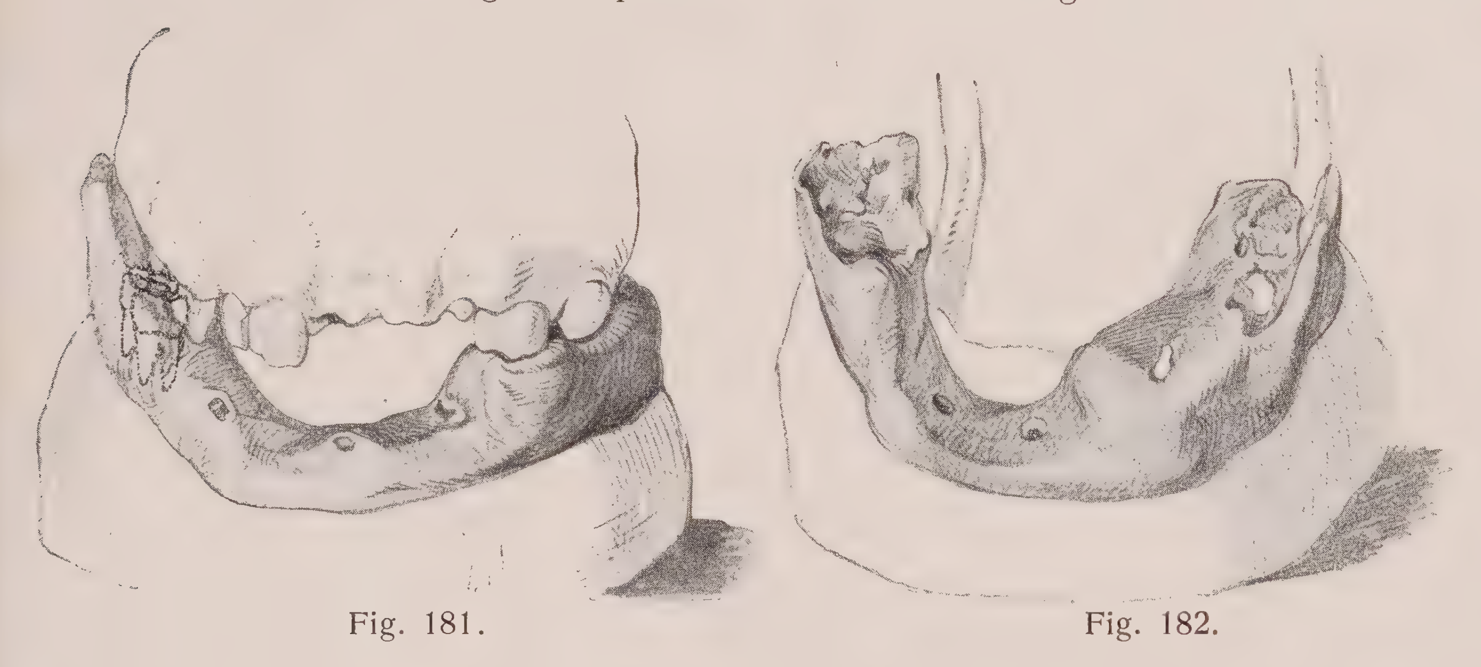


Fig. 181. Fig. 182.

1. Zinnschienen bei zahnarmem Unterkiefer.

Im rechten Unterkiefer stehen nur die zwei letzten Mahlzähne. Der mittlere und linke Kieferteil ist zersplittert, die Zähne sind ausgeschlagen (Fig. 181). Der mittlere und linke Teil der Schiene ruht auf den noch vorhandenen Kieferkonturen, der rechte trägt an der äußeren Seite der noch stehenden Mahlzähne eine schiefe Ebene. Diese Zähne artikulieren mit den oberen; linksseitig ist die Schiene bis zur Aufbißstelle der oberen Mahlzähne erhöht.

2. Zinnschiene bei fast völlig zahnlosem Unterkiefer.

Der Kiefer fehlt vom rechten aufsteigenden Kieferaste bis zur Wurzel des abgeschlagenen 1. link. Mahlzahnes (Fig. 182). In dem vorhandenen

linksseitigen Kieferfragmente stehen nur noch der dritte Mahlzahn und die Wurzeln des ersten und zweiten Mahlzahnes. Der mittlere und der rechte Teil des Schiene ruht auf Weichteilen.

Der linke Kieferstumpf ist überkappt und mit einer schiefen Ebene versehen.

Rechts ist die Schiene bis zur Bißhöhe der Mahlzähne des Oberkiefers aufgebaut und mit lingualen und buccalen Erhöhungen versehen, um Abweichungen zu vermeiden (Fig. 183).

3. Zinnschiene bei zahnarmem und zahnlosem Ober- und Unterkiefer.

Der Unterkiefer ist links in größerer Ausdehnung zersplittert.

Im Unterkiefer steht rechts nur noch der zweite Backen- und der erste Mahlzahn, im Oberkiefer nur der rechte und linke zweite Mahlzahn.

Ober- und Unterkiefer sind überkappt, der Biß ist erhöht (Fig. 184).

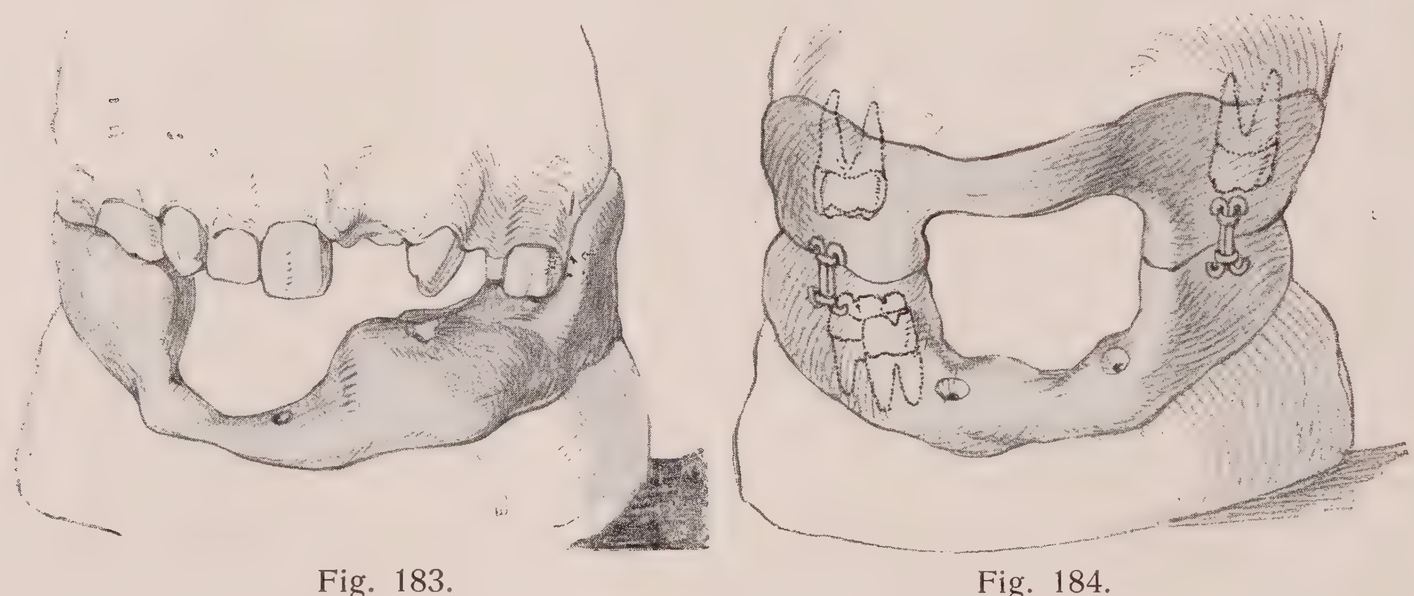


Fig. 183. Fig. 184.

In der Mitte ist eine Fensteröffnung zur Ernährung gelassen.

Bei genügend weiter Mundöffnung wird die Schiene zusammenhängend eingesetzt. Bei vorhandener Kieferklemme dagegen wird dieselbe in der Mitte auseinandergesägt, getrennt eingesetzt und verriegelt.

4. Zinnschiene bei nahezu völlig zu Verlust gegangenem Unterkiefer.

Vom Unterkiefer stehen nur noch Reste der horizontalen Äste und die aufsteigenden Äste.

Erst nach 5—6 Wochen hatte sich das Befinden des Schwerverletzten soweit gebessert, daß eine Beschienung vorgenommen werden konnte.

Starke Schrumpfung war inzwischen eingetreten. Die Konturen des Oberkiefers waren ziemlich erhalten. Nach guten Abdrücken wurden von den rechts- und linksseitigen Kieferstümpfen und Weichteilen Zinngußschienen hergestellt, die durch Dehnungsschrauben miteinander verbunden waren (Fig. 185).

Mit solchen und ähnlichen Schienen konnte auch bei den größten Verletzungen Hilfe gebracht werden. Für Knochentransplantationen wurden stets Zinngußschienen als Fixationsschienen eingesetzt und bis zur Einheilung des Transplantats im Munde gelassen. Chirurgischerseits fanden sie Anerkennung.

β) Oberkieferschußverletzungen.

Die Schußverletzungen des Oberkiefers kommen viel seltener als die des Unterkiefers vor. Zu ihrer Heilung diente derselbe Apparat, der schon in Friedenszeiten bei Frakturen des Oberkiefers angewandt wurde.

Er besteht aus einer gestanzten Gaumenplatte, an deren Außenseite in der Gegend der Molaren und Prämolaren ein breit geschlagener, dicker, unnachgiebiger von den Mundwinkeln ab nach außen, den Wangen zu, abgebogener Draht angelötet ist (Fig. 186).

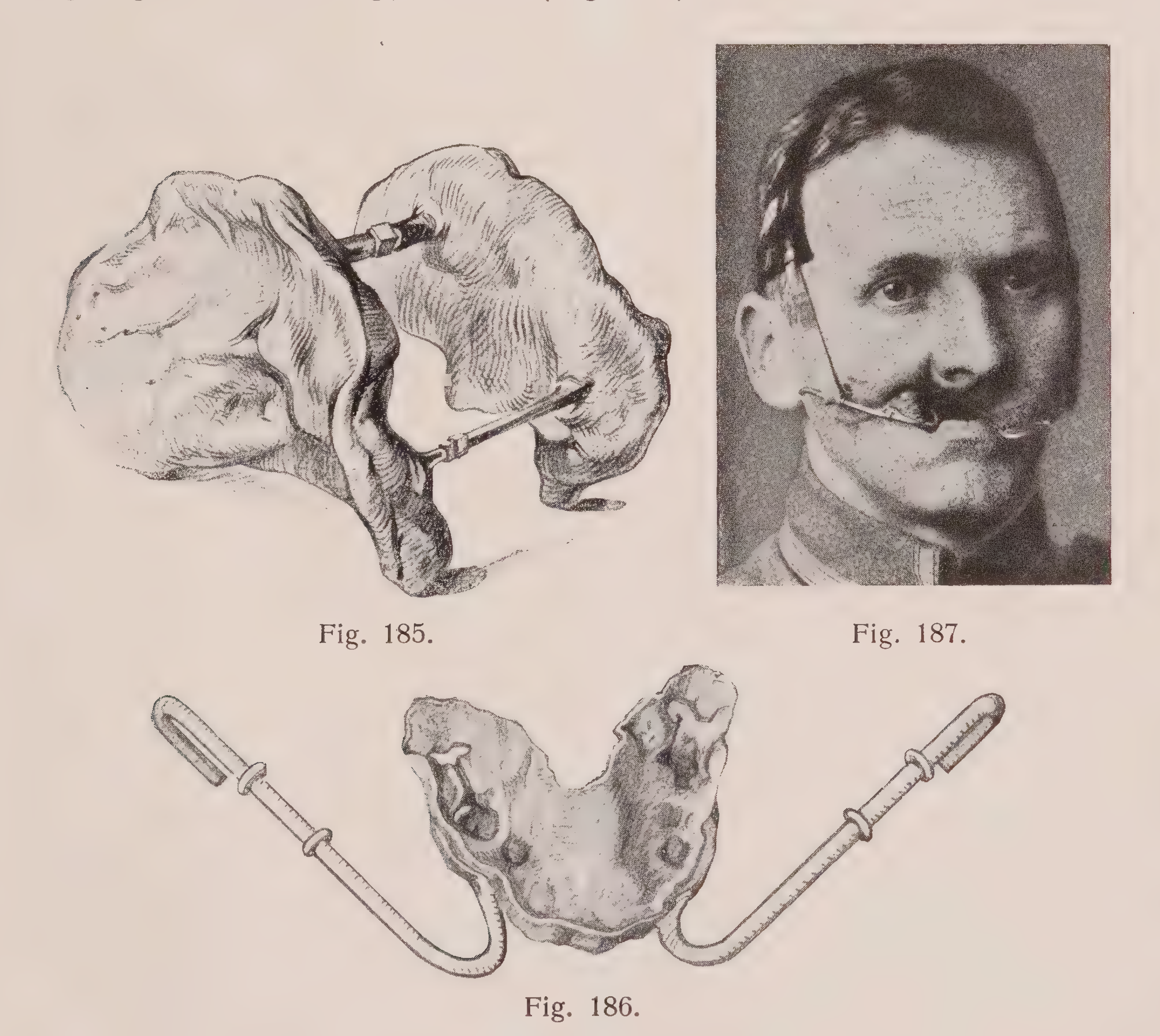


Fig. 185. Fig. 187.

Fig. 186.

Eine Kopfbandage, die hinten durch Druckknöpfe, vorne durch Verschnürungen nach jeder Kopfweite verstellbar ist, wird durch Gummibänder mit den Stielen dieses Stützapparates verknüpft und hält denselben fest nach oben (Fig. 187).

Dieser Apparat gelangte bei allen schweren Verletzungen, namentlich da, wo der Gaumen ganz oder teilweise zerstört war, zur Anwendung. Um einer Kontraktur der Weichteile vorzubeugen, wurde er möglichst bald eingesetzt.

γ) Allgemeines über die Behandlungsweise.

Die Beschienung wurde bei schweren Knochen- und Weichteilverletzungen erst nach Tagen, ja Wochen vorgenommen, wenn der Verwundete sich einigermaßen erholt und die vorhandene Schwellung sich zurückgebildet hatte.

Die Mund- und Gesichtswunden wurden mit dem Sprühapparat, mit 1 prozentiger Wasserstoffsuperoxydlösung gefüllt, behandelt.

Der feine Sprühregen wurde von den Verwundeten, namentlich den Schwerverletzten, äußerst wohltuend und kühlend empfunden, beseitigte in kürzester Zeit den widerlichen Mundgeruch und förderte die Heilung schnellstens.

Die Kieferbeschienung geschah stets vor der Weichteilbehandlung.

Die Wundränder der Weichteilverletzungen im Gesichte wurden mit Heftpflasterstreifen allmählich einander genähert, um dadurch die Weichteildefekte möglichst zu verkleinern.

Von den Knochensplittern wurden nur diejenigen entfernt, die ganz lose saßen; im allgemeinen wurden die Splitter der Selbstausstoßung überlassen.

Die Kieferklemmen wurden durch fleißiges Üben mit Holzkeilen, die in verschiedenen Größen zwischen den Backen- und Mahlzähnen eingeschoben und auch des Nachts im Munde gelassen wurden, gebessert.

War so viel Zwischenraum gewonnen, daß ein Abdruck genommen werden konnte, so wurde ein Zinnersatzstück mit erhöhtem Aufbiß im Gebiete der Mahl- und Backenzähne eingesetzt. Dasselbe wurde stets getragen.

Wurde diese Behandlungsweise frühzeitig aufgenommen, so führte sie stets zur Besserung und Heilung der Klemmen.

Vorhandene Fisteln wurden täglich mit der Stempelspritze, die mit 1 prozentiger Wasserstoffsuperoxydlösung gefüllt war, ausgespritzt. Die Ausheilung der Fisteln wurde dadurch wesentlich gekürzt.

Festsitzende Metall- und Knochensplitter, die an der Fistelbildung schuld waren und im Röntgenbild nachgewiesen werden konnten, wurden operativ entfernt.

II. Gelenkdefekte.

Die Zerstörung ganzer Knochenabschnitte an den gegenüberliegenden Gelenkenden führt zu Schlottergelenken verschiedenen Grades, welche die Funktion erheblich beeinträchtigen. In der Regel haben ausgedehnte Eiterungen in der Zertrümmerungsmasse der Knochensplitter und der umgebenden Gewebe den Grund für eine ausgiebige operative Ausräumung gegeben, sodaß nach der Ausheilung an den sich gegenüberliegenden Knochenstümpfen eine die breiten Gelenkflächen einigermaßen ersetzende Knochenregeneration nicht mehr möglich ist.

An den nichtbelasteten Gelenken kann die Störung der Funktion im Sinne abnormer Bewegungen durch eine allmähliche Anpassung der Muskulatur ausgeglichen werden, dadurch daß die gekräftigten Muskeln imstande sind, die atrophischen Gelenkenden einander gegenüber zu stellen und, falls diese aneinander Halt finden, eine normale Bewegung zu ermöglichen. Dies kann an der Schulter und am Handgelenk der Fall sein, während am Ellbogen durch die Kräftigung der Muskulatur allein eine abnorme Bewegung nach der Seite oder nach hinten nicht ausgeschlossen wird. Es ist deshalb notwendig, auf irgend eine Weise den abnormen Bewegungsausschlag künstlich zu hemmen. Dies kann am Ellbogen leicht durch einen Schienen-Hülsenapparat erreicht werden.

An den belasteten Gelenken ist die funktionelle Störung viel erheblicher, weil ja nicht nur die Hemmungsapparate der Bewegungen, sondern auch die Belastungsflächen fehlen. Wohl läßt sich durch Apparate die Belastung durch den Sitzring auf das Becken übertragen, doch sind diese Apparate groß und schwer und mit nicht geringen Kosten verbunden. Aber auch abgesehen von diesen Nachteilen gibt es Gelenkdefekte an den drei großen Gelenken des Beines, bei welchen sich nur ganz ungenügend eine zur Arbeit nötige Stütze durch Apparate erzielen läßt. In solchen Fällen läßt sich mehr durch operative Eingriffe erreichen; außerdem liegen viele Fälle derart, daß man sie leicht durch Operation verbessern kann und dadurch das Tragen eines Apparates gänzlich überflüssig wird.

Zur operativen Behandlung steht erstens die Versteifung des defekten Gelenkes zur Verfügung; und zwar an belasteten Gelenken als Arthrodese, da diese die Faszio- und die Tenodese an Zuverlässigkeit übertrifft. Sie ist ohne weiteres bei allen Fällen am Platze, wo auch von der Muskulatur so viel verloren gegangen ist, daß die Funktion in ergiebiger Weise nicht wieder hergestellt werden kann und auch dann natürlich in der für den Gebrauch des betreffenden Gliedes besten Gelenkstellung. Dabei ist eine Verkürzung mit in den Kauf zu nehmen. Man sollte aber nur dann zur künstlichen Versteifung durch Anfrischung der Knochenenden schreiten, wenn die Muskulatur durch die

Verletzung selbst oder durch Lähmungen dauernd ausfällt. Große, das Gelenk überbrückende Narben sollten nicht ohne weiteres den Grund für die Versteifung abgeben, da man sie ausschneiden und durch eine Plastik (beim Arm aus dem Rumpf, am Knie und Fuß aus dem anderen Bein, an der Hüfte aus der Umgebung) ersetzen kann, sodaß auch noch andere Operationen, welche die Gelenkbewegung erhalten, möglich werden.

Obgleich es schwer ist, bei der Kompliziertheit der Gelenkverletzungen, die ja nicht nur den knöchernen Gelenkapparat, sondern auch die Kapsel und ihre Bänder, die umgebenden Muskeln und Nerven betreffen, ferner bei der verschiedenen Ausdehnung der Zerstörung ein Schema für das Vorgehen zu entwerfen, so kann man doch im allgemeinen bezüglich der nötigen Wiederherstellungsoperationen die verschiedenen Verhältnisse bei kleinen und großen Gelenkdefekten auseinanderhalten.

Bei kleinen Gelenkdefekten ist erstens eine neue Bandhemmung, zweitens eine Knochenhemmung wieder herzustellen. Manchmal mag die eine Art genügen, manchmal beide nötig sein.

Bandhemmungen lassen sich durch den künstlichen Ersatz von Bändern erreichen, wie wir das ja auch erfolgreich bei dem zerrissenen Gelenkbandapparat auszuführen gelernt haben. Die freie Transplantation von Sehnenstücken, von Faszie und Haut ohne Epidermis steht hier zur Verfügung. Mit Sehnen allerdings, die von demselben Patienten stammen, kann man nur schmale Bänder ersetzen, da man hier nur den Palmaris longus oder die langen Strecker der 5. und 4. Zehe zur Verfügung hat. Mit Faszie und Haut aber lassen sich breite Bänder bilden. Notwendig ist, daß man nicht zu bald nach der Einheilung den Bandapparat übermäßig beansprucht, da eine Dehnung die Folge wäre. Alle diese Gewebe unterliegen nach der Einheilung einer Schrumpfung, welche für den Zweck als Bandersatz sehr willkommen ist, da sie die Hemmungswirkung und den Dauererfolg verstärkt. Ist es nicht aus anderen Gründen notwendig, das Gelenk früher zu bewegen, so erscheint es nach unserer Erfahrung zweckmäßig, mit den Bewegungen mindestens 8 Wochen zu warten. Die neuen Gelenkbänder müssen selbstverständlich sehr fest am Knochen beiderseits vom Gelenkspalt befestigt werden und straff den zusammengezogenen Spalt überbrücken. Damit sie zuverlässig festheilen, spalten wir das Periost, hebeln es nach beiden Seiten ab, befestigen das Band mit einem kleinen U-nagel am Knochen und übernähen den neuen Ansatz mit dem abgehobenen Periost. Seitliche Bänder am Ellbogen, am Knie und an den Sprunggelenken lassen sich dadurch erfolgreich herstellen. Ob dazu noch eine Verkürzung der die Gelenke überbrückenden Sehnen notwendig ist, ergibt sich leicht bei der Operation. Dabei sind gelegentlich zerstörte Sehnen (Trizepssehne, Ligamentum patellae, Rektussehne) zu ersetzen, was meist durch Lappenbildung aus den Sehnenstümpfen geschehen kann. Zur Verkürzung der ein Gelenk über-

brückenden Muskeln dient schließlich die Raffung, welche mit Hilfe einiger fortlaufender Raffnähte ausgeführt wird (z. B. Glutaeus medius an der Hüfte). Daß nach diesen Operationen die Feststellung des Gliedes im Verbande in derjenigen Stellung geschehen muß, in welcher die neugeschaffenen Bänder nicht gedehnt, die durch Raffung verkürzten Sehnen und Muskeln möglichst entspannt werden, ist selbstverständlich.

Knochenhemmungen sind herzustellen, wenn der neugeschaffene Bandapparat nicht genügend eine abnorme Bewegung ausschalten kann oder, z. B. an der Hüfte, unmöglich herzustellen ist. An letzterer dient uns schon seit längerer Zeit bei Schlottergelenken nach Resektion oder bei medialen Schenkelhalsfrakturen nach Entfernung des Knochens die Herstellung eines knöchernen Vorsprungs am oberen Pfannenrand, um das Ausgleiten des Femurkopfendes nach oben zu verhindern. Wir benutzen hierzu die freie Transplantation, indem wir aus dem entfernten Kopf bei Femurfrakturen oder aus dem Darmbeinkamm ein leicht halbmondförmig gebogenes Knochenstück mit zwei Nägeln dicht oberhalb des oberen Pfannenrandes befestigen, nachdem von ihm das Periost nach oben abgeschoben ist. In ähnlicher Weise läßt sich auch bei Zerstörung der Pfanne samt dem oberen Femurende ein knöcherner Halt zur Belastung für das letztere erzielen. In der Regel ist dabei die Raffung des Glutaeus medius notwendig oder die Verlagerung seines Ansatzes am Trochanter weiter nach unten. Die Freilegung der Hüftgelenkgegend geschieht in derselben Weise, wie dies bei der Ankylosenoperation der Hüfte geschildert werden soll.

Wichtig ist die Knochenhemmung an der Schulter und am Ellbogen. An ersterer hat Eden bei habitueller Schulterluxation mit Abriß am inneren Pfannenrand erfolgreich an diesem durch freie Knochentransplantation einen die Luxation hindernden Vorsprung gebildet. Rutscht bei Gelenkdefekten das obere Humerusende nach vorne ab, so wäre eine ähnliche Operation am Platze, aber auch hier im Verein mit der Raffung der Muskulatur, besonders des Deltoideus.

Wie am Ellbogen in schweren Fällen vorgegangen werden kann, zeigt folgender schwerer Fall:

1) Leutnant R. Gewehrschußzertrümmerung des rechten Ellbogengelenkes im November 1916. Bei der Aufnahme im Februar 1918 ausgesprochenes Schlottergelenk. Gelenkdefekt 8 cm groß. Bei der Kontraktion des Biceps schiebt sich das Ulnaende weit nach hinten über den Humerus hinaus, ebenso bei der Streckung des erhobenen Armes, wobei Überstreckung stattfindet. Ausgiebige seitliche Bewegungen. Muskulatur durch Vorbehandlung kräftig entwickelt (Fig. 188, 189).

Operation am 4. 3. 1918. Nachdem mittelst eines Längsschnittes die Trizepssehne freigelegt und im Hinblick auf ihre spätere Verkürzung der Fläche nach lappenförmig in Ausdehnung von 5 cm durchtrennt ist, wird der Gelenkspalt, in dem sich lockeres Bindegewebe und zwei, blutige Flüssigkeit enthaltende Zysten finden, geöffnet und die Knochenenden präpariert. Das rundlich zugespitzte Humerusende soll gabelförmig gestaltet werden, dadurch, daß es aus der Tibia auf jeder Seite eine 4 cm weit über

den Gelenkspalt vorragende Knochenplatte erhält, deren Enden durch Drahtumschlingungen und Nägel außen und innen befestigt werden. Um den fehlenden Processus coronoideus zu ersetzen, bekommt die Ulna an ihrer Vorderseite eine ähnliche große Knochenplatte, welche durch eine einfache Drahtnaht befestigt wird. Das vorher von den Stümpfen mit den Weichteilen abgehobene Periost wird möglichst genau über

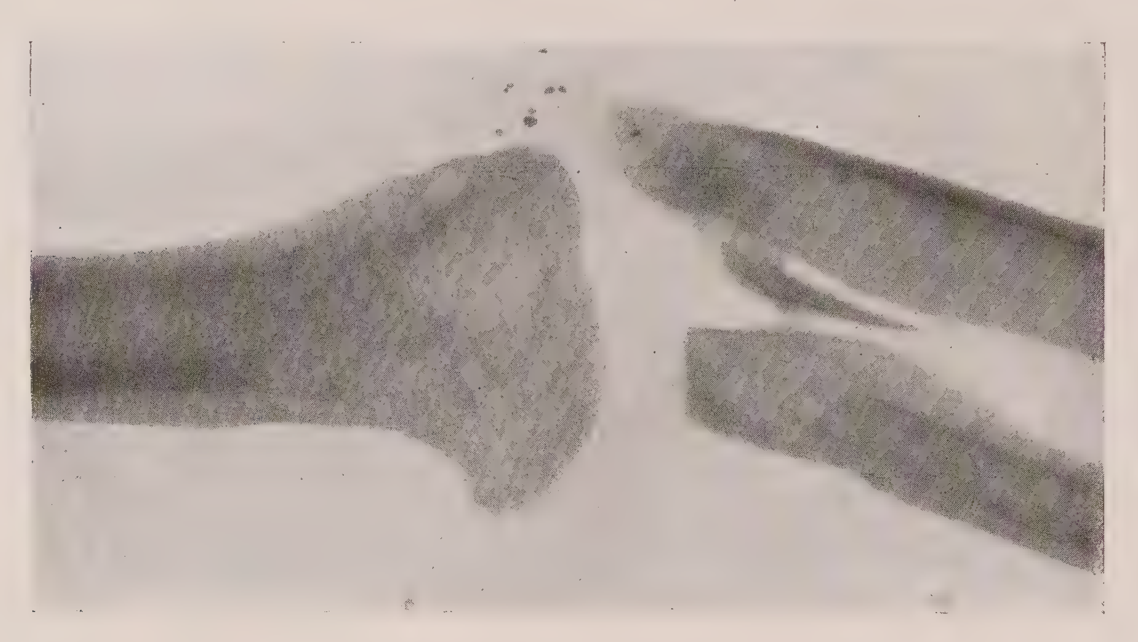


Fig. 188. Fall 1. Gelenkdefekt des Ellbogens.

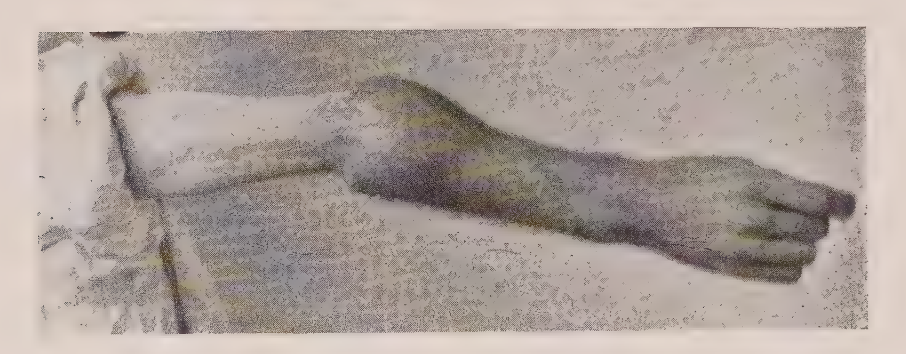


Fig. 189. Fall 1.

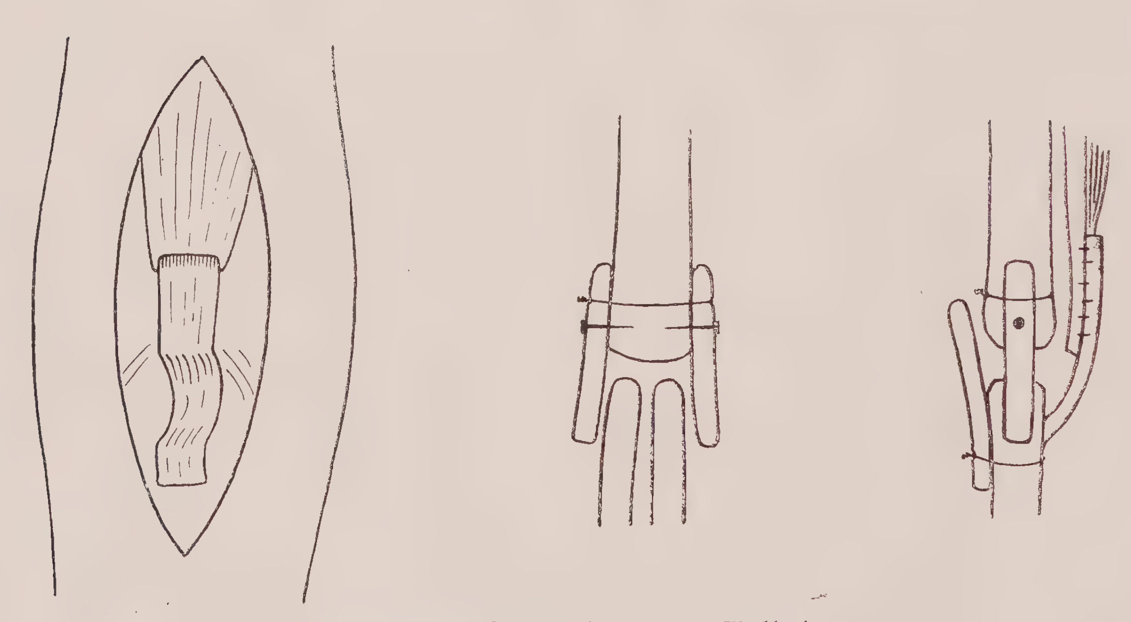


Fig. 190. Operation von Fall 1.

die Knochentransplantate herübergenäht, ebenso werden die Weichteile dicht vereinigt, um anstelle der fehlenden Seitenbänder Halt zu geben. Nachdem die Enden der Ulna und des Radius in die neugeschaffene Gabel des Humerus eingestellt sind, wird die lappenförmig durchgetrennte Trizepssehne unter starker Verkürzung vernäht (Fig. 190).

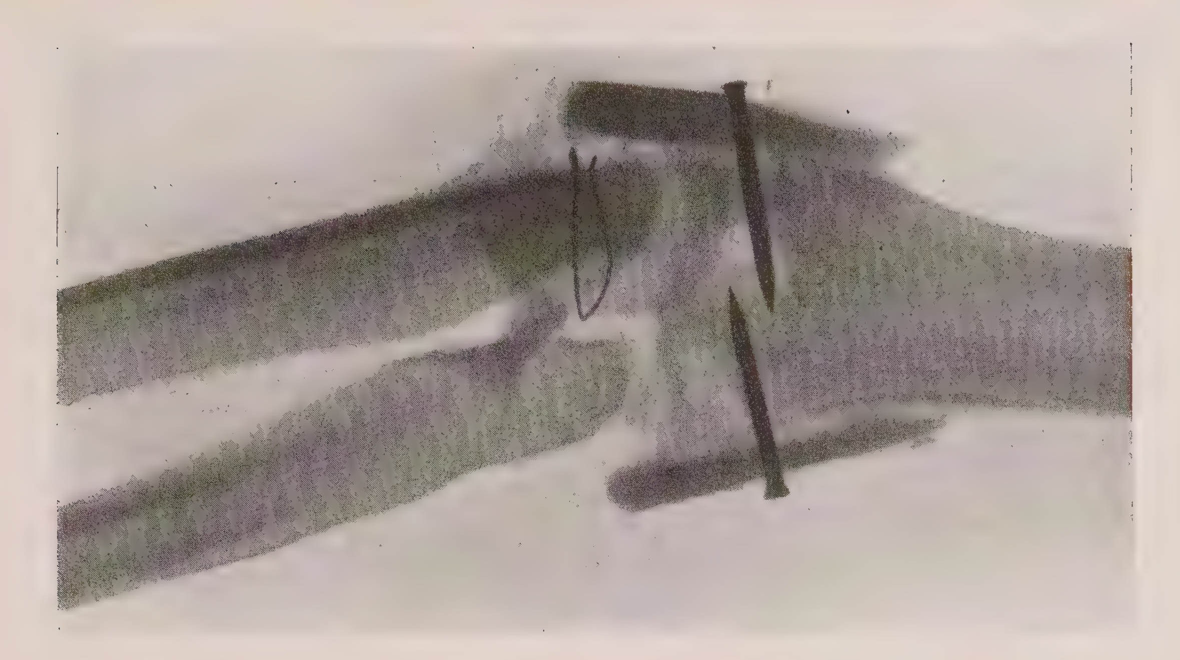


Fig. 191. Fall 1. Gelenkdefekt. Seitliche Knochenhemmungen nach ½ Jahr.

Nach guter Einheilung wird in der 7. Woche mit Bewegungen begonnen.

Bei der Entlassung am 13. 9. 1918 zeigte sich keine abnorme Bewegung im Ellbogengelenk mehr, es war aktiv und passiv bis beinahe zum rechten Winkel zu beugen und fast vollständig zu strecken. Das vorne an der Ulna befestigte Knochenstück verhinderte das Abgleiten der Ulna nach hinten, hemmte aber, da es etwas zu lang war, die volle Beugung, so daß es im Notfall später verkürzt werden muß (Fig. 192). Der im Ellbogen gebeugte, wagerecht erhobene Arm war imstande, ein mäßiges Gewicht, wie eine Weinflasche, festzuhalten, ohne daß der Unterarm nach unten abwich. Ebenso fehlte bei ausgestrecktem Arme die Überstreckung (Fig. 194).

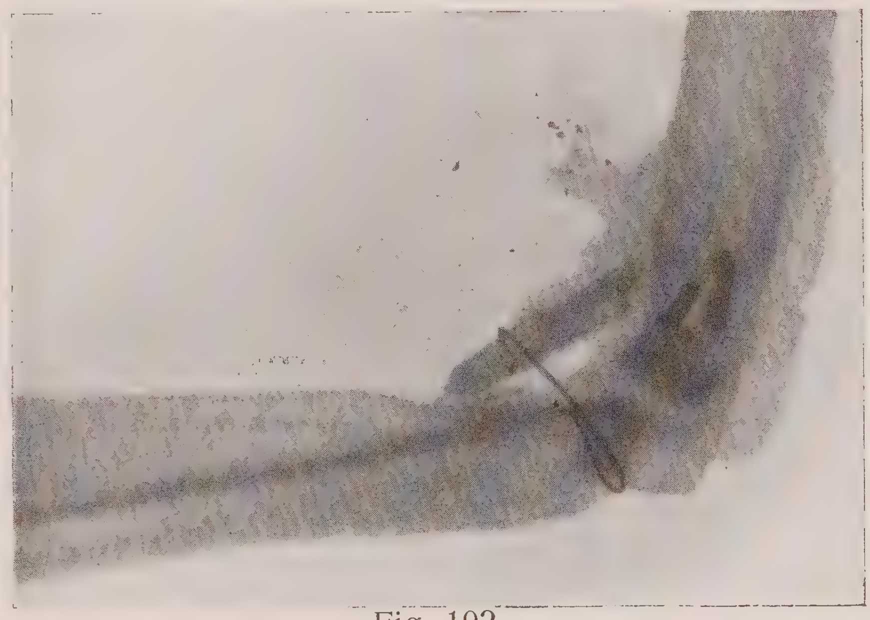


Fig. 192.

Fig. 192. Fall 1. Gelenkdefekt. Vordere Knochenhemmung nach ½ Jahr.

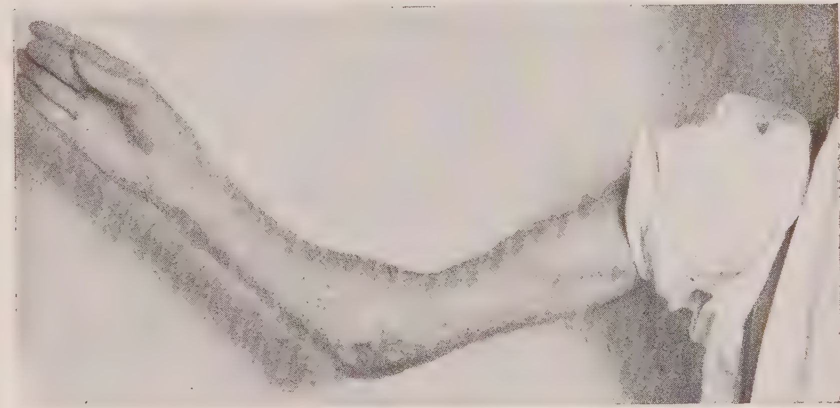


Fig. 193.

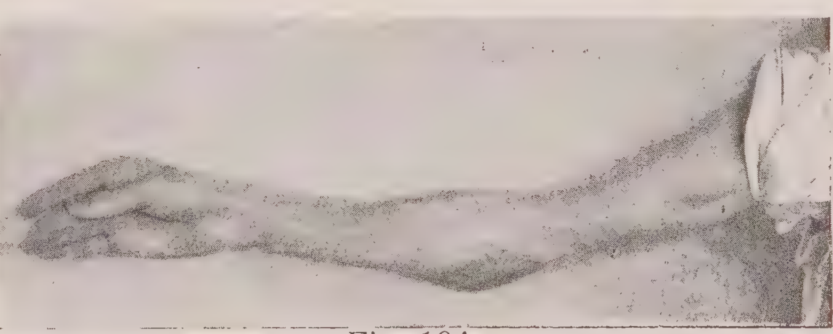


Fig. 194.

Fig. 193—194. Fall 1 bei Entlassung.

Ist beim Ellbogengelenkdefekt noch ein Teil der breiten Kondylenmasse erhalten, so kann diese durch gabelförmige Gestaltung leicht zur Einstellung der Unterarmknochen dienen. Der in dieser Weise operierte Fall gibt gleichzeitig ein Beispiel für die Verschiedenartigkeit der Verhältnisse und des Vorgehens.

2) Telegraphist H. 17. 1. 1918 durch Axthieb am linken Ellbogengelenk im Felde verletzt. Wegen starker Eiterung Resektion. Aufnahme in die chirurgische Klinik in Jena am 1. 10. 1918 mit ausgeprägtem Schlottergelenk. Bei dem Versuch, den Arm zu strecken, rutschen die beiden Unterarmknochen in die Gelenkbeuge ab; starke seitliche Bewegungen. Aktive Streckung durch Fehlen der Trizepssehne unmöglich. Bei der starken Muskelatrophie ist die aktive Beugefähigkeit gering, passiv normal, ebenso die Rotation des Unterarmes. Nach dem Röntgenbild sind die Gelenkabschnitte von Radius und Ulna in querer Richtung abgetragen, von der Sägefläche aus besteht eine Synostose bis in den Bereich des Tuberculum radii. Vom Humerus fehlt ebenfalls der Gelenkabschnitt in Ausdehnung der ehemaligen Epiphyse.

2. 10. 1918 Operation: Bogensschnitt an der Hinterseite des Ellbogengelenkes. Ablösung der vernarbten Trizepssehnenreste vom Humerus. Mit der Ulna steht die Sehne nirgends in Verbindung. Innerhalb des Gelenkzwischenraumes zeigt sich eine unregelmäßige Hygromhöhle von Haselnußgröße, von Narbenmassen umgeben; sie wird entfernt. Zwischen Radius- und Ulnaende besteht eine Synostose, nach deren Ausmeißelung Fettgewebe aus dem linken Oberschenkel eingelagert wird. Aus den vom Condylus externus entspringenden Streckern wird ein Faszien-Muskellappen nach oben geschlagen zur Vereinigung mit dem Trizepssehnenstumpf. Aus dem breiten Humerusstumpfende wird eine Mulde herausgenommen, um durch diese Gabelbildung der Ulna Halt zu geben, deren Ende entsprechend von vorne nach hinten ausgehöhlt wird. Nach Einstellung der Gelenkenden wird die weit abgelöste Trizepssehne stark heruntergezogen und mit dem nach oben geschlagenen Faszien-Muskellappen aus dem Unterarm unterfüttert, mit der Ulna in Streckstellung des Armes in Verbindung gebracht. Die vom Condylus externus entspringenden Muskeln werden mit 4 Seidenraffnähten versehen, bis der horizontal erhobene Arm kein Abweichen des Unterarmes mehr erkennen läßt. Sodann wird eine ähnliche Raffung am Condylus internus auf der medialen Seite ausgeführt.

Sollte die Raffung als Bandersatz auf die Dauer nicht genügen, so wäre noch die Möglichkeit eines künstlichen Bandersatzes mittelst Bindegewebe gegeben.

20. 11. 1918 nach guter Heilung kam es bisher zu guter Funktion. Die seitlichen Bewegungen sind nur noch in ganz geringem Maße vorhanden.

Große Gelenkdefekte lassen sich in ähnlicher Weise durch Herstellung von Knochen- und Bandhemmungen, Muskel- und Sehnenverkürzungen erheblich verbessern, aber am Kniegelenk können sich spitz zulaufende Knochenstümpfe nicht aufeinander stützen. Hierfür, wie überhaupt für alle großen Gelenkdefekte, wäre das idealste Herstellungsverfahren die Gelenktransplantation, für deren Gelingen und deren Dauererfolge ich genügend Beweise seit 1907 erbracht habe, aber bei den Kriegsverletzten begegnet diese, nur bei genauester Aseptik gelingende Operation, erstens schon sehr großen Schwierigkeiten wegen der zumeist in der Gewebsnarbe enthaltenen Infefektionserreger und zweitens wegen der schlecht ernährten umgebenden Gewebe, ganz abgesehen davon, daß sie nur bei Gelegenheit einer Amputation, wenn ein entsprechendes

gesundes Gelenk mit entfernt werden muß, ausgeführt werden kann; denn aus der Leiche frische Gelenke zur Transplantation zu entnehmen, können wir nicht raten, wenn auch Küttner damit Glück gehabt hatte. Auch der Empfehlung Küttners, aus Affen Gelenkabschnitte zu diesem Zweck zu gewinnen, erscheint uns nicht zweckmäßig, da schon die einfache Knochenverpflanzung aus der Skapula eines Affen bei einem Schädeldefekte eine auffallend rasche Atrophie ergeben hatte. An der Front wäre Gelegenheit genug gewesen, frisch aus der Leiche von rasch nach der Verletzung Gestorbenen ein Gelenk zur Verpflanzung zu gewinnen, aber es sträubte sich erstens das Gefühl dagegen, die im Kampf fürs Vaterland Gefallenen noch zu diesem Zweck zu benutzen, zweitens fehlte in solchen Fällen die Voruntersuchung auf Lues.

Am Ellbogen habe ich an einem Kriegsverletzten ein einziges Mal die ganze Gelenkgegend, d. h. beide Gelenkenden von entsprechender Länge aus der Leiche eines Gesunden, durch Schädeltrauma Getöteten, entnommen und zwar sofort nach dem Tode. Aber hier machte schon die Einpflanzung große Schwierigkeiten wegen der im Gelenkdefekt stark geschrumpften Weichteile, die nur mit großer Spannung über den sonst gut sitzenden und jederseits durch Bolzen befestigten Gelenkabschnitten zusammenzubringen war. Die Nähte konnten nicht halten, weshalb der Knochen bald frei lag und, da er so der Nekrose anheim fallen mußte, herausgenommen wurde. Die Beseitigung des Schlottergelenkes wurde später auf andere Weise ermöglicht.

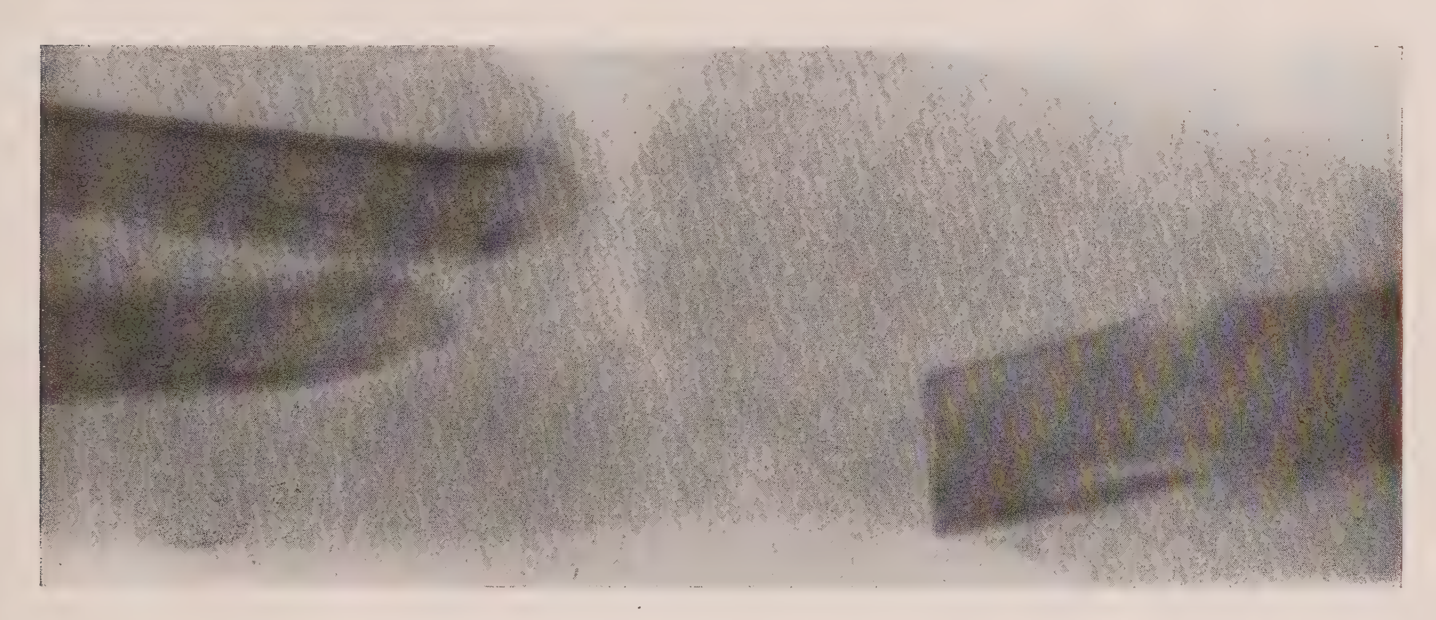


Fig. 195. Gelenkdefekt vom Ellbogen.

Ein zweites Mal hatte ich in meiner Klinik bei Gelegenheit der hohen Amputation eines Armes wegen trockenen angiosklerotischen Brandes an der Hand den Versuch gewagt, ein entsprechendes Ellbogengelenk samt einem 12 cm langen Abschnitt der Ulna und einem 5 cm langen des Humerus bei einem großen Ellbogendefekt durch Schußverletzung einzupflanzen (Fig. 195—197). Die Einheilung geschah erst in günstiger Weise, sodaß nach



Fig. 196. Homoplastische Ellbogengelenktransplantation.

8 Wochen die durch Bolzung befestigten Knochenenden fest saßen und vorsichtig mit Bewegungen begonnen werden konnte, aber der Patient stürzte durch Fehltritt auf einer Steintreppe und stieß sich das ersetzte Ellbogengelenk heftig auf, so daß er einen großen Bluterguß bekam, die Narben aufbrachen und sich Fistelbildungen einstellten. Trotzdem unter der Fistelbildung sich namentlich von der Ulna einige Sequester gelöst hatten, erhielten sich doch beide Gelenkenden zum größten Teil (s. Fig. 197) und zeigten auch im Röntgenbild, daß sie durch Periostwucherung der Stumpfenden in feste Verbindung getreten waren. Der noch nicht abgeschlossene Fall zeigt, daß durch die Einpflanzung der



Fig. 197. Derselbe Fall nach ½ Jahr, nach Vereiterung infolge Trauma.

Gelenkabschnitte das Schlottergelenk gänzlich beseitigt ist, und läßt erwarten, daß auch ausgiebige aktive Beweglichkeit erreicht werden wird, da die Muskulatur gut erhalten ist.

Im allgemeinen wird man bei allen großen Gelenkdefekten versuchen, den Zustand operativ wenigstens soweit zu verbessern, daß danach mit Hilfe von Stützapparaten eine genügende Funktion erreicht wird. Wenn aber die Wiederherstellung wichtiger Muskeln und Sehnen unmöglich ist,

so bleibt als einziges Mittel nur die Versteifung übrig, namentlich am Bein. Gelegentlich kann man dabei, auch bei großen Defekten des Kniegelenkes, einer Verkürzung entgehen, wenn es gelingt, ein entsprechend großes Knochenstück zwischen Femur und Tibia einzuheilen. Voraussetzung hierfür ist, daß genügend ernährte und nicht vernarbte Weichteile zur Umbettung des Transplantates vorhanden sind. Diesen Versuch führte ich schon 1908 bei einem 15jährigen Knaben homoplastisch aus, indem ich eine von einem amputierten Bein stammende Tibiadiaphyse durch Bolzen aus der Tibia beiderseits mit dem Stumpf des Femur und der Fibula in Verbindung brachte. Der Erfolg war gut, denn der Patient bekam allmählich eine feste Versteifung, die es ihm nach 1½ Jahren möglich machte, ohne Apparat zu gehen. Es handelte sich um ein Schlottergelenk nach anderwärts ausgeführter, sehr ausgiebiger Gelenkresektion wegen Eiterung, welcher auch die Quadrizepssehne zum Opfer gefallen war.

III. Sehnendefekte.

Mit größeren und kleineren Defekten ganzer Sehnen ist nach den Kriegsverletzungen sehr häufig zu rechnen. Nur bei verhältnismäßig breiten Sehnen, wie an der Achillessehne, der Trizeps- und Quadrizepssehne, kann man größere Defekte durch Bildung von Lappen aus dem Sehnen- und Muskelgewebe, die am Defektrand gestielt sind, durch das Annähen der Lappenspitze an dem entgegengesetzten Sehnenstumpf überbrücken. Es ist dies alte Lappenverfahren der freien Einpflanzung von Faszie vorzuziehen, da letztere nicht stark genug ist und deshalb leicht, namentlich am Bein, nachgibt, homoplastisches, entsprechend starkes Sehnenmaterial aber nur ausnahmsweise zu gewinnen ist. Für feinere Sehnen dagegen, wie hauptsächlich der Strecker und Beuger an der Hand, ist das Lappenverfahren nicht zuverlässig genug, einmal wegen der Schwächung der Sehnen durch die Lappenbildung, zweitens, bei eingescheideten Sehnen, weil leicht an der Basis des Lappens für die Bewegung hindernde Verdickungen entstehen.

Die von mir seit 1908 in die Chirurgie eingeführte und durch die Tierversuche meines Assistenten Rehn gut begründete freie Sehnentransplantation, über die ich am Chirurgen-Kongreß 1911 und 1912 Bericht erstattet habe, begegnete zuerst starkem Mißtrauen (W. Müller), fand aber nach der Vorstellung von Fällen aus meiner Klinik durch Rehn am Chirurgen-Kongreß 1913 volle Anerkennung (W. Müller) und bald darauf Nachahmung. In der Wiederherstellungschirurgie Kriegsverletzter läßt sich das Verfahren heute nicht mehr missen.

Wie experimentell begründet, läßt sich die Transplantation nicht nur

autoplastisch, sondern auch homoplastisch ausführen, wenn auch, wie überall bei den freien Verpflanzungen, dem autoplastischen Gewebe wegen seiner rascheren Regenerationskraft der Vorzug einzuräumen ist.

Zur Entnahme für schmale Sehnen, wie für den Ersatz der Fingersehnen, verwenden wir meistens die leicht entbehrliche Sehne des Palmaris longus. Von einem kleinen Querschnitt in der Handgelenkbeugefurche aus wird unter örtlicher Betäubung die Sehne aufgesucht und mit einer Klemme gefaßt. Zieht man darauf kräftig an der Sehne, so springt in der Mitte des Unterarmes ihre Fortsetzung deutlich unter der Haut fühlbar vor, so daß man sie hier mit dem Tenotom durchtrennen kann. Darauf zieht man die ganze Sehne zur Wunde am Handgelenk heraus und trennt sie ab. Außer dem Palmaris longus kann man die langen Strecksehnen der 4. und 5. Zehe ohne Schaden entnehmen, wobei zwei kleine Inzisionen für die untere und die obere Durchtrennungsstelle notwendig sind.

Das dem Sehnengewebe nahe verwandte Fasziengewebe ist nach Kirschner ebenso zum Sehnenersatz zu verwenden, wenn man aus einem genügend breiten Streifen der Fascia lata eine Röhre bildet, in welche die Sehnenstümpfe eine Strecke weit versenkt eingenäht werden. Diese Faszientransplantation zum Sehnendefektersatz habe ich mit einer Abänderung bei bestimmten Fällen in Anwendung gezogen. Wenn nämlich, wie häufig bei den Kriegsschußverletzungen, die Umgebung des Sehnendefektes stark vernarbt ist und so das lockere Bindegewebe, namentlich an der Streckseite der Hand, fehlt, welches sonst bei frühzeitigen Bewegungsübungen keine festen Verwachsungen mit dem Transplantat befürchten läßt, so ist es zweckmäßig, das Faszienstück samt einer dünnen Fettgewebsschicht zu entnehmen und derartig aufgerollt in den Defekt einzunähen, daß es von einem Fettgewebsmantel umgeben ist (s. S. 129).

Schließlich ist es nach Rehn auch möglich, zum Ersatz von Sehnendefekten Kutisstreifen ohne Epidermis zu verwenden. Wo es sich um den Ersatz mehrerer langer Unterarmsehnen handelte, für welche nicht genügend autoplastisches Material zu gewinnen und homoplastisches nicht vorhanden war, habe ich solche Hautstreifen verwendet. Ebenso wie Sehnen- und Fasziengewebe muß die Kutis unter Spannung eingenäht werden, entsprechend der Dehnbarkeit der Haut. Auch der Kutisstreifen gestattet die Mitnahme eines Fettgewebsmantels, indem man das seitlich überstehend gelassene subkutane Fettgewebe durch einige feine Katgutfäden ringsherum näht (s. S. 130).

Für die Art der Sehnennaht ist es wichtig, daß sie fest ist und möglichst breite Berührungsflächen bietet. Während die Faszie dazu als Röhre über den Sehnenstumpf gezogen werden kann, erreicht man bei Sehnen- und Kutisersatzstücken eine breite Verbindung dadurch, daß man das Sehnenende mehrere Zentimeter weit durch

einen Längsschnitt in zwei Zipfel teilt und diese mit fortlaufender Naht zu beiden Seiten des Transplantatendes befestigt.

Wo eine freie Sehnen- oder Faszientransplantation den Defekt einer frei hin und her gleitenden Sehne ausfüllen soll, ist neben der tadellosen Einheilung und der zuverlässigen Vereinigung mit den Sehnenstümpfen bzw. mit dem Ansatz der Sehne am Knochen noch die Vermeidung der Verwachsung mit der Umgebung von Bedeutung. Das letztere wird durch sehr frühe Bewegungsübungen, die sofort nach der Wundheilung, Ende der ersten Woche einzusetzen haben, erreicht, ferner dadurch, daß die Hautwunde und die Naht nicht über dem eingepflanzten Stück zu liegen kommt und schließlich durch eine richtige, längere Zeit fortgesetzte Nachbehandlung, welche durch aktive Übungen des Patienten ausreichend unterstützt werden muß.



Fig. 198. Ersatz der beiden Beugesehnen. 1. Akt am Zeigefinger: Vorziehen der Stümpfe, Tunnelierung der Haut. 2. Akt am Mittelfinger: Profundus-Ersatzstück angenäht. 3. Akt am 5. Finger: Sublimisersatz gabelförmig angenäht. Der ulnare Schenkel wird zur Insertionsstelle durchgeführt.

Damit die Naht der Hautwunde nicht über dem Ersatzstück liegt, ist, wenn es irgendwie angeht, das Lager für das Transplantat durch Tunnelierung zu schaffen. Fig. 198 zeigt das Vorgehen bei dem Ersatz der Fingerbeugesehnen. Nachdem die proximalen Stümpfe von einem in die Querfurche der Hohlhand fallenden Schnitt aufgesucht und aus ihrer Umgebung gelöst sind, wird die Haut des Fingers bis zur Spitze mit einem Elevatorium tunneliert, und zwar für den Profundusersatz bis zur Fingerspitze, wo die Beere mit einem Lappenschnitt vom Knochen abgehoben wird, damit hier das Sehnenende am Periost der Endphalanx und zur weiteren Sicherung im Fettgewebe des Lappens eingenäht werden kann. Für den Ersatz des Sublimis kann man wie in Fig. 198 ein gabelförmiges Ersatzstück verwenden, das an der Mittelphalanx an den beiden durch kleine Längsschnitte freigelegten Seiten festgenäht werden kann. Es hat sich in der Praxis ergeben, daß man für die Fingerbeuger in der Regel auf den Ersatz der oberflächlichen Beugesehne verzichten kann, da der Ersatz des Profundus allein genügt, nur ist es in solchen Fällen notwendig, daß man, wie Rehn es beschrieb, einen Ring tragen läßt, dessen Widerstand das im mittleren Fingergelenk fehlende Querband ersetzt. Eine zufällig hier in der Fingerquerfurche verlaufende oder absichtlich geschaffene Narbe kann denselben Dienst tun (z. B. Fig. 202). Aber auch ohne diesen Widerstand ist es dem Finger, dessen Beugesehnen nur durch ein Profundusersatzstück ergänzt sind, möglich, beim Festfassen eines Gegenstandes mit Faustschluß, diesen mit Kraft mitzuumfassen, da der Druck des Gegenstandes den betreffenden Widerstand gibt (siehe Fig. 200).

Es lassen sich die fehlenden Querbänder aber auch gleichzeitig oder später durch feine Faszienstreifen oder kleine Sehnenstücke wieder herstellen. Dies bevorzuge ich in solchen Fällen, in denen die Tunnelierung nicht möglich ist und das ganze Gebiet durch größere Schnittführung freigelegt werden muß.

Nach den Kriegsschußverletzungen ist die Vernarbung an den Fingern in der Regel so ausgedehnt, daß man ebenso wie nach den mit großen Längsschnitt inzidierten Sehnenscheidenphlegmonen und Nekrosen der Sehnen als Voroperation erst das Narbengewebe bis auf die Phalangen und die Gelenkkapsel ausschneiden und darauf den entstandenen mehr oder weniger breiten Hautdefekt durch freie Kutistransplantation decken muß. Auch nach zuverlässiger Anheilung des Hauttransplantates muß die Tunnelierung sehr vorsichtig ausgeführt werden, um eine Verletzung der Haut zu vermeiden. Manchmal ist es in solchen Fällen zweckmäßiger, von der einen seitlichen Vereinigungsstelle aus das Kutisstück so weit abzulösen, daß die ganze Defektgegend freiliegt. Hier kann dann die Einpflanzung des Sehnenstückes gleichzeitig mit der Herstellung von Querbändern ausgeführt werden.

Die Strecksehnen der Hand sind bei gut erhaltener Haut in ähnlicher Weise nach Tunnelierung einzupflanzen. Handelt es sich, wie häufig, um mehrere Sehnendefekte nebeneinander, so löst man die Haut durch einen breiten Bogenschnitt derart ab, daß das ganze Gebiet freiliegt und die Naht nicht über die Ersatzsehne zu liegen kommt. Bei ausgedehnter Vernarbung, wie nach den Handdurchschüssen, ist es häufig nötig gewesen, zuerst die Narbenmassen auszuschneiden und den Hautdefekt durch gestielte Plastik aus der Brusthaut zu ersetzen. Erst dann erfolgte die Einpflanzung mittels Tunnelierung.

Beispiele:

1) B. Schußverletzung des Zeigefingers der rechten Hand an der Beugeseite mit Durchtrennung der beiden Beugesehnen und Verlust derselben durch Eiterung und Nekrose. Nach der Wundheilung Ersatz des Profundus von der Hohlhandmitte bis zur Fingerspitze. Nach guter Heilung kann der Finger beim Umfassen eines Gegenstandes mit Kraft verwendet werden (Fig. 199, 200).

2) W. Ähnliche Verletzung. Ersatz des Profundus mittels Tunnelierung bis zur Fingerspitze. Die quer über die Mittelphalanx herüberlaufende Narbe bildet hier einen günstigen Ersatz des fehlenden Querbandes, so daß die Beugung in normaler Weise möglich ist.

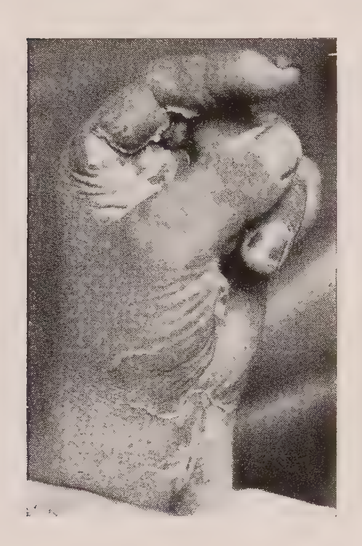


Fig. 199.

Fig. 199. Verlust der beiden Beugesehnen des Zeigefingers. Fall 1.

Fig. 200. Nach Ersatz der Profundussehne. Fall 1.

Fig. 201. Nach Ersatz der Profundussehne. Fall 2. Streckung.

Fig. 202. Fall 2. Beugung.

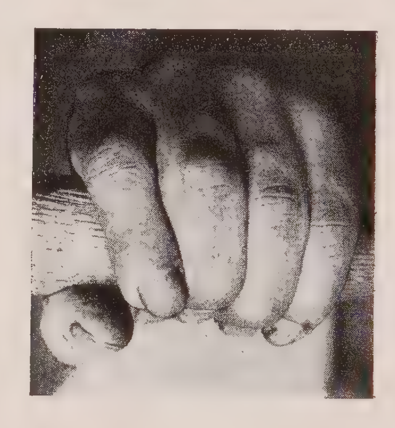


Fig. 200.

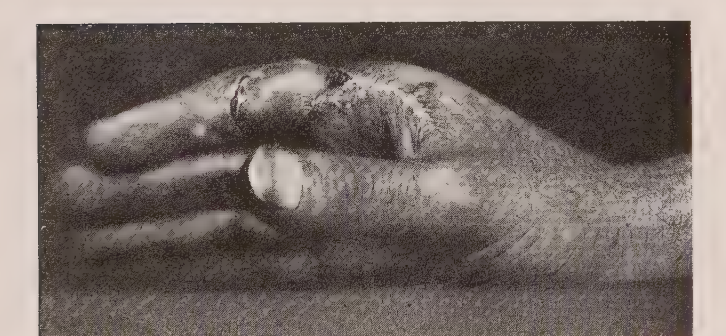


Fig. 201.

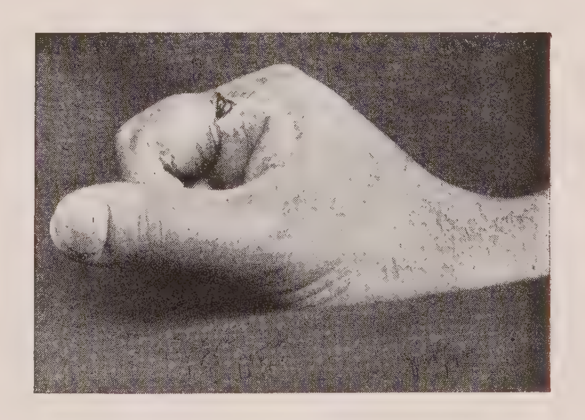


Fig. 202.

3) Der folgende Fall zeigt, wie kompliziert die Verhältnisse manchmal liegen. Ltn. St. Im Anschluß an eine Verletzung war am 4. Finger der linken Hand eine Sehnenscheideneiterung mit Nekrose beider Beugesehnen aufgetreten. Die für den Sehnenersatz so ungünstige große Längsinzision, die ausgeführt worden war, hatte eine sehr ausgeprägte

Narbenkontraktur des ganzen Fingers zur Folge. Die langdauernde Kontrakturstellung (über 3 Jahre) rächte sich weiterhin durch Versteifung der beiden Fingergelenke. Zunächst wurde die Ankylose der beiden Gelenke mittels Einpflanzung von Fettgewebe beseitigt und der Finger nach Exzision der großen Narbe auf der Beugeseite gestreckt, wonach der entstandene Hautdefekt durch freie Hauttransplantation gedeckt worden ist. 3 Monate später erfolgte die Einpflanzung einer Palmaris longus-Sehne als Ersatz des Profundus (Fig. 203—206). Dazu wurde der angeheilte Kutislappen

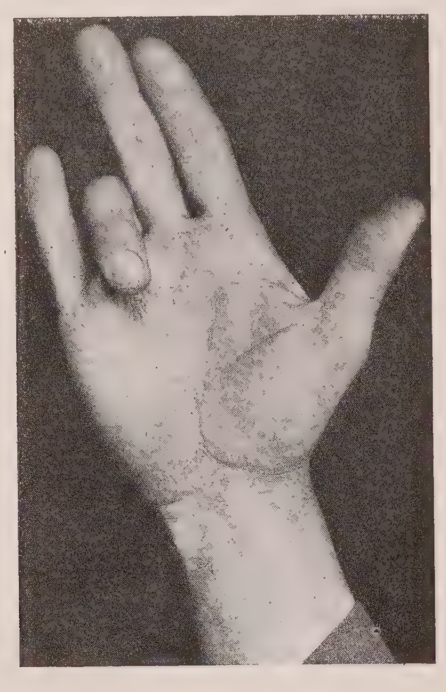


Fig. 203.



Fig. 204.

Fig. 203. 3 Jahre alte Beugekontraktur nach Sehnennekrose. Fall 3.
Fig. 204. Nach Beseitigung der Narben, Arthroplastik im Mittelgelenk, Ersatz des entstandenen Hautdefektes durch freien Hautlappen. Fall 3.



Fig. 205.

Fig. 205. Streckung.
Fig. 206. Beugung.
Nach Ersatz der Profundussehne und Strecksehnenplastik.

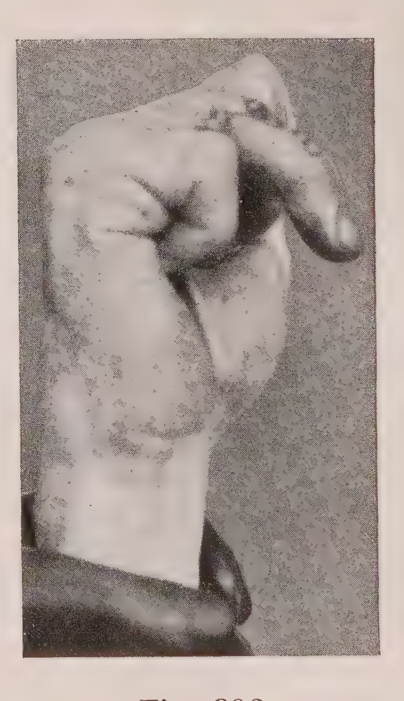


Fig. 206.

seitlich soweit abgelöst, daß auch die Herstellung von Querbändern über den Fingergelenken möglich war. Beim passiven Üben des beweglich gemachten Mittelgelenkes hatte sich der Patient die Strecksehnenaponeurose zerrissen. Die deshalb nötige Plastik auf der Streckseite (Lappenbildung aus der Aponeurose) verhindert noch die volle Beugung (Fig. 206).

Als Beispiel für den Streckerersatz nach Handdurchschuß vgl. Figg. 89—91.

Die Verwendung der mit Fettgewebe ausgestatteten Faszie zeigt folgender Fall:

4) K. Nach Handdurchschuß links ist der Strecker des 3. Fingers defekt, die Grundphalanx kann nicht gebeugt werden wegen der Verwachsungen des distalen Sehnenendes am Handrücken. Nach der Exzision der Narbe und der Lösung der Sehnenstümpfe ergibt sich ein Defekt von 5 cm, der mittels eines mit Fettgewebe bekleideten Faszienstreifens aus dem Oberschenkel ersetzt wird. Die aus der Umgebung gelöste Haut läßt sich über dem Transplantat zusammenziehen. Nach der Einheilung ist der

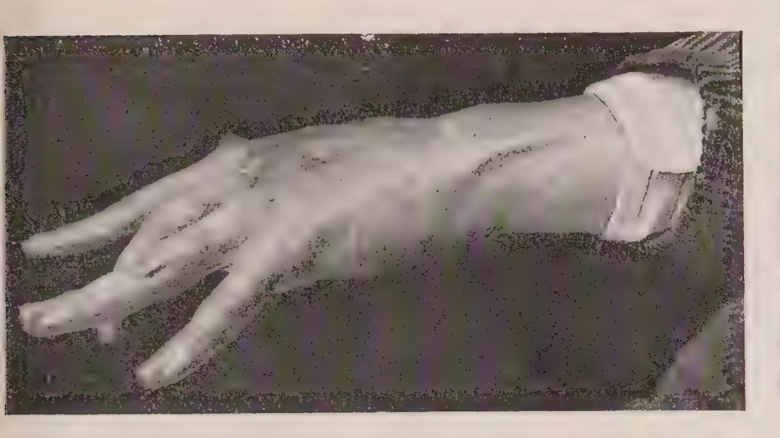




Fig. 207. Fall 4. Strecksehnendefekt am 3. Finger. Streckung vor der Operation.
Fig. 208. Fall 4. Beugung vor der Operation.





Fig. 209. Fall 4. Nach Ersatz der defekten Strecksehne durch ein Faszienfettgewebsrohr. Beugung.
Fig. 210. Wie Fig. 209.



Fig. 211. Wie Fig. 209 und 210. Streckung.

Mittelfinger etwas kürzer wegen der Fraktur des Metacarpus III. Bei der Beugung bleibt die Grundphalanx etwas zurück, die Streckung ist vollständig (s. Fig. 207—211). Dienstfähig entlassen.

Große Schwierigkeiten bot folgender Fall, der gleichzeitig ein Beispiel für die Verwendung von epidermislosen, fettbekleideten Kutisstücken bietet:

5) Hauptmann J. Durchschuß der Hand. Einschuß zwischen Daumen und Zeigefinger, Ausschuß am Erbsenbein. Verletzung sämtlicher Beugesehnen vom 2.—5. Finger, ferner des Medianus und Ulnaris. Die Finger zeigen leichte Extension der Grundphalangen, können nicht gebeugt werden (Fig. 212). Freilegung des verletzten Gebietes der Hohlhand durch einen Bogenschnitt der um den Daumenballen herumgeht und sich über das Handgelenk bis zum mittleren Drittel des Unterarmes erstreckt. Exzision der Narbenmassen und Lösung der Daumenbeuger. Die Verzweigungen des Medianus sind durchschossen, ebenso der Ulnaris. Von den sämtlichen Beugesehnen



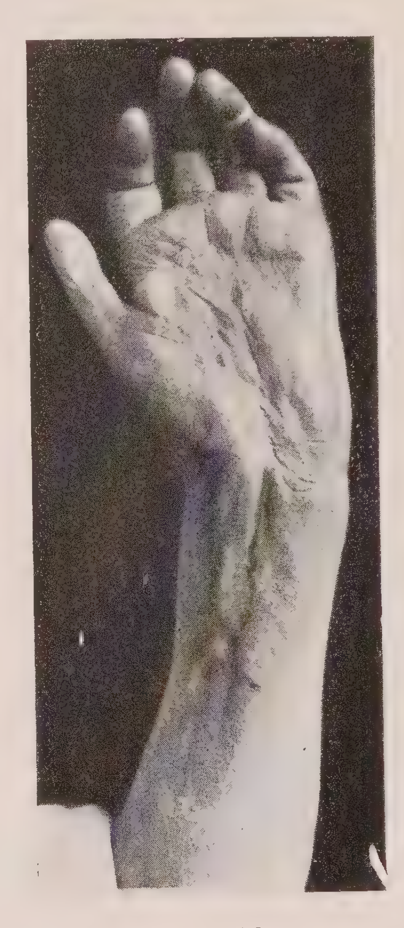




Fig. 212 Fig. 213. Fig. 214.

Fig. 212. Defekte sämtlicher Beugesehnen. Fall 5. Ulnaris- und Medianuslähmung.
Fig. 213. Fall 5. 1 Jahr nach Sehnenersatz durch epidermislose Kutisfettgewebsstreifen (am 2.—5. Finger) und Lösung der Daumenbeuger. Streckung.
Fig. 214. Fall 5. Ebenso. Beugung.

lassen sich leicht die stark zurückgezogenen proximalen Stümpfe etwa vierfingerbreit oberhalb der Handgelenksfurche finden. Die distalen Stümpfe der Beugesehnen liegen zum Teil nahe am Handgelenk, zum Teil in der Mitte der Hohlhand. Wegen der starken Vernarbung der Vorderarmweichteile ist an eine isolierte Wiederherstellung der Defekte nicht zu denken. Es wird deshalb die Masse der proximalen Flexorensehnen, die weithin bis in die Muskulatur hinein narbig miteinander verbunden sind, im Zusammenhang mit einem, dem Oberschenkel entnommenen und seiner Epidermis beraubten, 3 cm breiten Hautstreifen, an welchem reichlich Fettgewebe sitzt, in Verbindung gebracht, der 2 cm von seiner Nahtstelle entfernt bis zum distalen Ende in fünf feine Längsstreifen geteilt wird. Die Enden dieser Streifen werden sodann fest mit den distalen Stümpfen vernäht, und zwar am 3.—5. Finger je ein Streifen mit beiden Beugesehnen, während der Zeigefinger für jede Sehne einen Ersatz erhält. Der Streifen wird derart gelagert, daß das anhaftende Fettgewebe gegen die vernarbte Unterlage sieht.

Die Hautnaht kommt leider über dem Transplantat zu liegen, infolgedessen war nach ½ Jahr noch notwendig, die Verwachsung der Hautnarbe mit dem Ersatzstück zu lösen, was durch Exzision der ersteren mit Verschiebung der benachbarten Haut gut auszuführen war. Dabei zeigten sich die Ersatzstücke gut erhalten und beweglich. 1 Jahr nach der Operation war es dem Patienten möglich, die Finger soweit zu beugen, daß Daumen und Zeigefinger beim Faustschluß miteinander in Berührung kamen und einen Gegenstand festzuhalten vermochten. Die Streckfähigkeit der Finger blieb durch die Ulnarislähmung behindert, Beugung und Streckung des Handgelenkes waren fast normal. Vor allen Dingen war die Zügelführung wieder möglich, so daß der Patient wieder im Felde verwendet wurde (Fig. 214).

Wie diese Beispiele zeigen, hat man bei den Kriegsschußverletzungen mit großen Schwierigkeiten deshalb zu kämpfen, weil es sich nur selten an der Hand und den Fingern um reine Sehnenverletzungen handelt und meistens ausgedehnte Vernarbungen der Weichteile und der Haut vorhanden sind. Daneben können die Knochen verletzt, die Gelenke durch Verletzung, Eiterung oder feststellende Verbände oder langdauernde Kontrakturstellung vollkommen versteift sein. Daß man aber trotz gleichzeitiger Wiederherstellung der Knochendefekte, Gelenkplastik und Sehnentransplantation verhältnismäßig gute Erfolge erzielen kann, dafür ist schon bei dem Metakarpusersatz ein Beispiel angeführt worden (Fig. 98, 99). Die Wiederkehr der Funktion hängt in so schwierigen Fällen noch viel mehr als beim reinen Sehnendefektersatz von dem guten Willen und der Mitarbeit des Verletzten ab.

IV. Muskeldefekte.

Für Muskeldefekte ist die freie Transplantation nicht zu gebrauchen. Untersuchungen aus meiner Klinik (Wrede, Eden) ergaben zur Genüge, daß sie praktisch nicht in Frage kommen kann, da der größte Teil des eingepflanzten Muskelstückes zerfällt und bindegewebig ersetzt wird, selbst wenn man sich Mühe gibt, durch frühzeitiges Elektrisieren einen gewissen funktionellen Reiz auszuüben. Es entsteht höchstens eine narbige Schwiele, die allerdings dann den Defekt füllt und, vorausgesetzt, daß sie nicht mit der Umgebung starr verwächst, ihrer Aufgabe genügt. Letzteres läßt sich aber einfacher dadurch erreichen, daß man Muskeldefekte durch freie Faszienlappen breit überbrückt oder aus der Muskulatur selbst Lappenbildungen zu Überbrückungen benutzt. Dies bezieht sich jedoch nur auf verhältnismäßig schmale Defekte innerhalb einer Muskelgruppe. So läßt sich z. B. bei dem Fortfall der Rektussehne samt Kniescheibe und Ligamentum patellae ein großer längsgestellter Lappen aus dem Rektus entnehmen und um seine unten liegende Basis herumklappen, so daß das Lappenende mit der Tuberositas tibiae in Verbindung gebracht werden kann.

Wo größere Abschnitte eines Muskels zugrunde gegangen sind, verwendet man die Verfahren, die längst in der Chirurgie gebräuchlich sind, nämlich die Verlagerung gesunder Muskeln oder Muskelabschnitte.

Hier stellt die Kriegsverletzung vielfache Aufgaben, deren Erfüllung sich nach den gegebenen Verhältnissen richten muß. Für denselben Fall, wie eben angeführt, nämlich zum Ersatz des im unteren Teil defekten Quadrizeps habe ich einige Male mit Erfolg bei Kniegelenkstransplantation die Verlagerung der Streckmuskulatur des Unterschenkels benutzt, indem ich die Sehnen des langen Streckers am Fußrücken abtrennte und den ganzen Muskel bis etwas über die Mitte des Unterschenkels hinaus ablöste, so daß er zur breiten Vereinigung mit dem Quadrizepsrest nach oben geklappt werden konnte. Bei der Verletzung einzelner Muskeln oder Muskelgruppen am Unterschenkel und am Unterarm nimmt man, wo es möglich ist, benachbarte Muskeln derselben Seite zur Verlagerung, um sie mit dem Sehnenrest des zerstörten Muskels zu vereinigen, z. B. den Extensor carpi radialis longus für die Daumensehnen, und den Brachioradialis für die Fingerstrecker. Wo ähnliches nicht möglich ist, kommt die Muskulatur der entgegengesetzten Seite in Betracht, z. B. Flexor carpi radialis für die Daumensehnen u. a. wie bei der Radialislähmung.

Ein häufig vorkommender Fall ist der Ersatz der Schultermuskulatur, um ein aktives Heben des Armes zu ermöglichen. Der Rest des in der Nähe des Akromion vernarbten Deltoideus wird nach Exzision der Narben mit dem gegenüberliegenden Teil des M. trapezius in Verbindung gebracht, dadurch daß man den Ansatz des letzteren am Akromion und an der Spina ablöst oder besser, damit die Fäden nicht durchschneiden, samt einer schmalen Knochenleiste abtrennt. Letzteres hat auch den Vorteil, daß man bei völligem Fehlen des Deltoideus eine feste Vereinigung mit dem Humerus vornehmen kann, indem man an ihm das in Verbindung mit der Muskelpartie schräg abgeschlagene Akromion samt einem entsprechenden Anteil der Spina bei abduziertem Arm festnagelt. In der Regel erhält man dadurch, je nachdem man den Trapeziusanteil mehr nach der Seite oder vorne verlagert hat, ein Erheben des Armes in der entsprechenden Richtung, aber nicht beides. Deshalb habe ich meist die Verpflanzung des akromialen Teiles des Trapezius auf die Außenseite des Deltamuskels vorgenommen und zum Ersatz der vorderen Partie desselben die von Hildebrand angegebene Verlagerung des Pectoralis major gleichzeitig oder später ausgeführt. Dabei wird der hart am Knochenursprung abgetragene Brustmuskel im ganzen oder besser (nach Lengfellner und Frohse) nur sein klavikularer Teil nach oben gedreht und am äußeren Drittel des Schlüsselbeins ebenso wie am Akromion festgenäht. Man erreicht durch diese Verpflanzung von zwei verschiedenen Muskeln eine willkürliche Beeinflussung im Sinne des Erhebens nach der Seite oder nach vorne.

Fall H. zeigte eine ganz typische Schulterverletzung mit schwerer Eiterung, langdauernder Fistelung durch Knochennekrose, Zerstörung des Musc. deltoideus

und nachfolgender knöcherner Ankylose des Schultergelenkes. Nachdem durch Fettgewebs-Arthroplastik eine gute passive Beweglichkeit im Schultergelenk erzielt worden war, wurden die oben beschriebenen Muskelverlagerungen, sowohl die Verbindung des Trapezius mit dem seitlichen und hinteren Deltoideusrest als die Hildebrandsche Pektoralisoperation ausgeführt. Fig. 215 zeigt, daß das passive seitliche Heben des Armes bis zur Horizontalen, Fig. 216, daß das aktive Heben nach 2 Monaten etwa um 45 Grad möglich war. Denselben Ausschlag ergab das Heben nach vorne.



Fig. 215. Ersatz des M. deltoideus und Arthroplastik. Fall H. Passives Heben.



Fig. 216. Derselbe Fall. Aktives Heben.

Zum Ersatz des Bizeps steht vor allem die Verpflanzung eines Lappens aus dem Trizeps zur Verfügung. Ist dieser aber ebenfalls vernarbt, so kann man nach E. Schmidt aus dem vorderen Rande des Latissimus einen Lappen bilden, der von der Achselhöhle aus unter die Oberarmhaut bis zur angefrischten Trizepssehne in der Ellenbeuge durchgezogen werden kann. Daß die versorgenden Gefäße und Nerven hier wie bei allen Muskelverpflanzungen geschont werden müssen, ist selbstverständlich.

V. Nervendefekte.

Kriegsverletzungen der peripheren Nerven geben für die Wiederherstellung der Leitung, sowohl nach der Naht als nach dem Ersatz von Defekten, im allgemeinen weit schlechtere Bedingungen als die meist durch Stich oder Schnitt erfolgten Friedensverletzungen. Denn der getroffene Nerv erleidet weithin eine Schädigung durch die hohe lebendige Kraft

der jetzigen Geschosse und Geschoßteile, die sich nach Perthes als Fernschädigung auch geltend macht, wenn das Geschoß nur in der Nähe des Nerven hindurchdrang. Perthes fand dabei nur einen ausgeprägten Zerfall der Markscheiden, keine Zerreißung der Achsenfasern und keine Bindegewebswucherung. Bei getroffenen und durchtrennten Nerven dagegen gibt es eine weitreichende Vernarbung an den Stümpfen und in ihrer Umgebung und dies auch, wenn der Zusammenhang noch erhalten ist, wobei auch eine langdauernde Eiterung der Wunde mitwirkt. Es können auch weit entfernt von der getroffenen und vernarbten Stelle fleckweise verteilte Zertrümmerungen an den Nervenelementen gefunden werden (Spielmeyer) oder Zerfallsvorgänge an der Markscheide und an den Achsenzylindern sich zeigen (Bielschowsky, Berblinger). Dadurch erklären sich die verhältnismäßig viel schlechteren und unsichereren Erfolge der Nervenvereinigung nach Kriegsverletzungen.

Ein richtiges Bild über die Aussichten derselben läßt sich erst nach mehreren Jahren gewinnen, wenn der Zustand und Grad der Wiederherstellung ein dauernder geworden ist. Dies ist nach Perthes an genähten Armnerven frühestens in 3, an Beinnerven in 4 Jahren zu erwarten. Obgleich die Nachuntersuchungen beim Kriegsmaterial auf die größten Schwierigkeiten stoßen, gelang es doch zuerst Perthes und Spielmeyer eine größere Anzahl von Fällen mit Nervennaht nach frühestens 10 bzw. 6 Monaten zu kontrollieren, während sich die Nachuntersuchungen von Spitzy auf frühestens 3 Monate beziehen. Die Mißerfolge dieser Zusammenstellungen schwanken zwischen 41 und 59 vom Hundert, die Besserungen zwischen 40 und 43. Förster erwähnte kurz, daß er unter 207 Nervennähten 79 vollkommene Heilungen, 102 Besserungen und 12 Mißerfolge gehabt habe. Wexberg hatte unter 57 Fällen 45,6% Mißerfolge, 28% Besserungen, 26% bedeutende Besserungen. Stoffel gibt 57,1% Erfolge an. Freilich kann die Regeneration nach Spielmeyer auch 2—3 Jahre auf sich warten lassen, so daß weitere Besserungen nicht ausgeschlossen sind.

Für den Zeitpunkt der Operation ist vor allem die zuverlässige Verheilung der Wunde maßgebend. Langdauernde Fisteleiterungen aus dem getroffenen Knochen sind durch mehrfache Entfernung von Sequestern und Ausräumung von Granulationshöhlen möglichst rasch zu beseitigen. Ob der Nerv durchtrennt ist oder nicht, ergibt sich häufig aus dem Zustand der frischen Wunde. Fehlen die Angaben hierüber oder sonstige Anhaltspunkte, so ist nach Heilung der Wunde zur Freilegung des Nerven zu raten, falls nicht Zeichen der wiederkehrenden Funktion innerhalb von 3 Monaten eintreten. Es ergibt sich dabei entweder die Notwendigkeit einer Neurolyse oder einer Resektion der Zwischennarbe oder bei völlig durchtrennten Nerven die Auslösung der in der Weichteil- oder Knochennarbe verwachsenen Stümpfe.

Steht die Durchtrennung des Nerven sicher, so soll man die Vereinigung nicht unnötig lang hinausschieben. Nach meiner Erfahrung sind die Aussichten für die Wiederkehr der Funktion nach der Vereinigung durch Naht am besten, wenn man innerhalb des ersten Vierteljahres die Operation vornimmt. Wenn es mir auch unmöglich war, mein in den verschiedensten Lazaretten operiertes Material zusammenzustellen, so sind doch die Fälle mit auffällig guten Erfolgen alle Frühoperationen innerhalb der ersten 2—3 Monate gewesen. Auch Spielmeyer stellte früher $\frac{1}{4}$ Jahr, neuerdings $\frac{1}{2}$ Jahr als Grenze auf, über die man nicht unnötig warten soll. Der Prozentsatz der Erfolge bei den innerhalb der ersten 4 Monate durch Naht operierten Fälle ist nach Perthes nicht erheblich größer als bei den später operierten Fällen, nur bei den nach 8—9 Monaten operierten kam der Erfolg wesentlich später. Nach Spielmeyer wird der Prozentsatz der gebesserten und geheilten Fälle immer geringer, je länger man über das erste halbe Jahr hinaus wartet, trotzdem auch noch nach 2 Jahren und länger Erfolge verzeichnet werden können. Wexberg hält bei glatter Wundheilung 4 Monate nach der Verletzung für den richtigen Zeitpunkt der Operation.

Noch viel ungünstiger aber liegen die Aussichten, wenn Nervendefekte durch irgendein Verfahren überbrückt worden sind.

Vollkommene Defekte finden sich an den peripheren Nerven nach Schußverletzungen häufig, erstens schon deshalb, weil die Zerstörung durch Geschoß- oder Knochensplitter eine sehr weitgehende sein kann, zweitens weil sich die Stümpfe während der langdauernden Wundeiterung und langsamen Vernarbung zurückziehen oder von den Narben verzerrt werden, und schließlich, weil sich an unvollkommen getrennten Nerven spindelförmige Neurome bilden, durch welche die auswachsenden Schwannschen Zellen des zentralen Stumpfes, deren Ketten der Bildung neuer Fasern (nach Bethe und Spielmeyer) vorausgeht, nicht hindurchzudringen vermögen. Die Frage, ob in solchen Fällen reseziert werden muß (bis zu einem normalen Nervenquerschnitt auf beiden Seiten) oder ob die Lösung und Entfernung der perineuritischen Narbe oder die Aufspaltung des im Innern vernarbten Nerven genügt, falls noch einzelne Fasern hindurchziehen, diese Frage läßt sich durch die elektrische Reizung am freigelegten Nerven meist entscheiden, ist aber nach Wexberg nicht vollkommen zuverlässig, da das Fehlen der elektrischen Reaktion keinen sicheren Beweis dafür gibt, daß der Nerv dauernd nicht mehr leitungsfähig ist. So fand Stracker unter 74 Resektionen 30, bei denen die Resektion wegen der großen Zahl der regenerierten Fibrillen besser unterblieben wäre.

Bei den verhältnismäßig schlechten Aussichten, welche schon die Nervennähte nach Kriegsverletzungen bieten, ist es kein Wunder, daß man über die noch schlechteren Resultate der gebräuchlichen Verfahren

des Defektersatzes zunächst erstaunt war und versuchte, durch neue Methoden die Aussichten zu verbessern.

Die Läppchenbildung aus den Stümpfen nach Létiévant habe ich schon im Frieden nicht geübt. Der Bildung eines Lappens aus dem zentralen Stumpf steht die Schädigung des Nerven entgegen, aber auch bei Benutzung des peripheren Stumpfes sind die Aussichten der Wiederherstellung schlecht, da die Brücke nicht dem ganzen Querschnitt entspricht. Steinthal und Perthes hatten keine Erfolge, Thöle unter 5 Fällen nur einmal einen geringen, während Spielmeyer mit dem Verfahren, das nach seiner Ansicht die gleiche anatomisch-physiologische Grundlage wie die Transplantation haben soll, weitgehende Besserungen gesehen hat. Stoffel sah vier ohne Erfolg operierte Fälle und hält das Verfahren für unphysiologisch.

Die von mir seit vielen Jahren angegebene Einschaltung von frischen Venenstücken desselben Kranken, der ich den Vorzug vor jedem toten Material (wie entkalkte Knochenröhren, sterilisierte Gefäßstücke vom Kalb) gegeben habe, ist nur bei kleinen Zwischenräumen von höchstens 3—4 cm erfolgreich. Nach den Versuchen von Eden gelangen die auswachsenden Nervenfasern des zentralen Stumpfes in leeren Höhlen wahrscheinlich nur bei kurzen Entfernungen zum Anschluß an den peripheren Stumpf. Stracker hatte bei Verwendung von präparierten Gefäßstücken nur Erfolg bei Defekten unter 2 cm. Einen kleinen Defekt von 2 cm ersetzte auch Perthes erfolgreich durch einen röhrenförmig angeordneten frei verpflanzten Fettgewebslappen, was jedenfalls gegenüber den allmählich narbig substituierten präparierten Gefäßstücken einen Vorteil bedeutet, denn Bethe betont die auch von mir festgestellte mächtige Narbenbildung bei Verwendung von Kalbsarterien. Bei einem größeren Defekt von 8 cm sah nur Meisel einen Erfolg nach Einpflanzung eines Faszienrohres.

Bei der einfachen Pfropfung nach Létiévant, bei welcher bekanntlich der periphere Stumpf in den durch einen kleinen Längsschnitt angefrischten Stamm eines gesunden Nachbarnerven eingepflanzt wird, ein Verfahren, welches bei spinalen Kinderlähmungen oder auch bei Fazialislähmung unter Benutzung des Accessorius oder Hypoglossus manchen Erfolg gegeben hat, habe ich bei 10 Fällen von Kriegsverletzungen keinen einzigen Erfolg gesehen, solange ich die Fälle (bis zu ½ bzw. längstens 1 Jahr) in Beobachtung hatte. Bei Schußverletzungen hatte Hayward einmal Erfolg (Musculocutaneus in Medianus), Wexberg unter 3 Fällen 2 Besserungen.

Die doppelte Pfropfung nach Hofmeister, bei welcher beide Stümpfe des durchschossenen Nerven nach Anfrischung in Längsschlitze eines gesunden Nachbarnerven eingepflanzt werden, habe ich nicht ausgeführt. Obgleich nach Untersuchungen von Bethe die neuen Fasern

aus dem zentralen Stumpf an sich im Peri- und Endoneurium eine Strecke weit (5—6 cm) vorwachsen können und so die Möglichkeit besteht, daß sie unter Benutzung des gesunden Nerven als Leitbahn zum peripheren Stumpf gelangen, so ist dies doch auf größeren Strecken zweifelhaft; bestenfalls bleibt fraglich, ob sie dem ganzen Nervenquerschnitt genügen und eine ausreichende Funktionswiederkehr erwirken können. Perthes konnte eigene und von Hofmeister operierte Fälle nach 8 Monaten nachuntersuchen und fand nur geringe Anzeichen der Funktionsrückkehr. Enderlen hatte einen guten Erfolg im Tierexperiment, Erlacher einen befriedigenden bei Schußverletzung, ebenso Wexberg, Salomon unter 4 Fällen keinen. Borchard, der schon vor Hofmeister das Verfahren geübt hat, glaubte, daß die Nervenfasern sich mit den angefrischten des gesunden Nerven verbinden und hat einen Erfolg bei einem 12 cm langen Radialisdefekt gesehen. Wäre diese Auffassung richtig, so müßte oben und unten dasselbe Nervenbündel des gesunden Nerven angefrischt werden, was sich bei größeren Zwischenräumen kaum durchführen läßt.

Daß auch das Edingersche Verfahren, die Zwischenschaltung einer nach Foramitti präparierten und mit Agar gefüllten Kalbsarterie vollkommen versagt hat, ist heute allgemein bekannt und wurde auch von Edinger bestätigt (Enderlen, Spielmeyer). Ich stand dem Verfahren von vornherein mißtrauisch gegenüber; denn selbst wenn das erwartete Auswachsen des Nerven durch den Nährboden bis zum distalen Stumpf auf größere Strecken eingetreten wäre, so hätte doch allmählich eine narbige Substitution der als Fremdkörper wirkenden Arterienwand eintreten müssen, so daß die feinen neugebildeten Bündel von derbem Narbengewebe umbettet und erdrückt worden wären. Nachoperationen haben mir gezeigt, daß nach Jahren tatsächlich nichts anderes als eine narbige Schwiele zurückbleibt.

Ich habe sofort nach dem Bekanntwerden des Edingerschen Verfahrens zweimal den Versuch gemacht, ein frisches Saphenastück einzupflanzen, so daß beide Nervenstümpfe mehrere Zentimeter weit in die Lichtung hineinragten, und habe sodann das Venenstück teils mit Serum des Patienten gefüllt, teils außerdem noch feine Nervenstückchen aus einem Hautnerven dem Serum beigegeben, in der Erwartung, daß auch von diesen Impflingen aus ein Auswachsen von Nervenfasern, ähnlich wie auf Kulturen, möglich wäre. Aber in beiden Fällen ist nicht der geringste Erfolg nach 3 Monaten bzw. 1½ Jahren zu verzeichnen gewesen. Ein derart ersetzter Medianus kam wegen Sehnenlösung nach 3 Monaten zur Freilegung. Das Gebiet des Nerven zeigte noch vollständige Lähmung. In der tiefen und massigen Gewebsnarbe fand sich auch nichts mehr von dem eingepflanzten Gefäße. Am zentralen Ende fand sich ein Neurom.

Ebensowenig hatte ich bisher Erfolg mit der auto- und homo-

plastischen Nerventransplantation. Nach allgemeinen Transplantationsgesetzen und Erfahrungen wäre höchstens von der Einpflanzung eines frischen autoplastischen Nervenstückes ein Erfolg zu erwarten, aber die Entnahme eines geeigneten Nerven mit ähnlich großem Querschnitt ist natürlich unmöglich, falls nicht zufällig an demselben Kranken eine Reamputation nötig ist. Zwar haben in früherer Zeit schon Philipeaux und Vulpian mit der Autoplastik, Gluck sogar mit der Heteroplastik an Tieren angebliche Erfolge erzielt und Landerer 1886 mitgeteilt, es sei ihm gelungen, in einen Defekt des Nervus radialis ein 4 cm langes Stück eines Kaninchenischiadikus mit vorzüglichem Erfolge einzuheilen, doch sagt Bethe, daß nach seinen und Merzbachers Untersuchungen artfremde Nerven zugrunde zu gehen scheinen, was auch von Ingebrigsten schon nach 12—14 Tagen festgestellt werden konnte. Übrigens hat Powers schon 1904 die Nutzlosigkeit der Heteroplastik betont.

Als autoplastisches Material kommen sensible Hautnerven, die man namentlich aus der Achselhöhle (Cutaneus brachii, C. antibrachii medialis) ohne Schaden entnehmen kann oder nach Ingebrigsten die N. intercostales in Frage. Ich versuchte es schon zu Anfang des Krieges mit sensiblen Nerven, ebenso wie Thöle und Förster, und habe, ähnlich wie letzterer, mehrere gleich lange Nervenstücke nebeneinander in verschieden große Defekte (2,5—12 cm) eingelagert, wobei die jederseits aus den angefrischten Stümpfen vorquellenden Bündel mit feinsten Seidenknopfnähten befestigt wurden. 4 Fälle betrafen Armnerven (Medianus und Ulnaris), 1 Fall den Ischiadikus, wobei neben den sensiblen Armnerven noch der untere N. intercostalis Verwendung fand, da der Defekt 12 cm betrug. Die ersteren Fälle konnten nach 1¾ bis 2 Jahren nachuntersucht werden, sie zeigten nicht den geringsten Erfolg. Auch Perthes und Thöle operierten erfolglos. Abgesehen von dem unvollkommenen Kaliber erklärt den Mißerfolg die Feststellung Bethes, daß nach allen physiologischen Versuchen rezeptorische Nerven ungeeignet sind, sich mit motorischen funktionell zu verbinden, doch ist es nach Spielmeyer nicht ausgeschlossen, daß sich das Material der Schwannschen Zellen mit am Aufbau neuer Fasern beteiligt, oder aber, daß die Struktureigentümlichkeiten, d. h. die parallel angeordneten Bindegewebs- und Nervenfaserzüge als Leitbahnen eine Rolle spielen. Dagegen hatte Förster mit dem Verfahren unter 16 Fällen 4 Heilungen und 9 Besserungen erzielt, allerdings bei kleineren Defekten von 4—5 cm. Die Tierversuche von Bielschowsky und Unger, welche die besten Bedingungen boten, da sie mit frisch entnommenen identischen Nervenstücken von demselben Tier ausgeführt wurden, zeigten nicht die von Bethe und Spielmeyer für die Regeneration aus eigenen Mitteln wichtige Degeneration, sondern einen nekrotischen Untergang der nervösen Elemente und einen Ersatz durch parallelfaseriges Narbengewebe, dessen Struktur für die Neurotisation günstig ist.

Ferner hat man aus den Nervenenden selbst längliche Lappen vollkommen abgespalten und zur Transplantation benutzt. 1906 berichtete schon Henle, daß er damit bei einem Defekt von 5 cm einen Erfolg nach 4½ Monaten nicht gehabt habe. Joh. Ernst Schmidt, der die Lappen stets aus dem zentralen Ende abspaltete, sah nur sehr geringe Besserungen neben Mißerfolgen. Die Verringerung des Kalibers und die Schädigung des zentralen Stumpfes bei Entnahme aus diesem, ferner die zweifache Nahtnarbe müssen das Verfahren noch unsicherer als die Läppchenplastik machen, doch behauptet Wexberg, der die Abspaltung vom peripheren Stumpfe empfiehlt, daß das Verfahren der Naht nicht nachstehe, sagt aber nichts über die Größe der Defekte.

Mit homoplastischen Nervenstücken aus amputierten Gliedern habe ich zweimal große Defekte von und über 10 cm am Radialis ersetzt. Dazu mußten jedoch Beinnerven verwendet werden, während Bethe empfiehlt, möglichst den gleichen Nerven (aus der Leiche) zu entnehmen. In dem einen Fall zeigte sich 9 Monate nach der Operation kein Erfolg; bei der Nachoperation fand sich das Nerventransplantat makroskopisch erhalten, fest mit der Umgebung vernarbt und nicht elektrisch reizbar. Es wurde deshalb entfernt und die einfache Pfropfung versucht. Mikroskopisch ergab sich, daß das am zentralen Stumpf entstandene Fasergewirr nur ganz vereinzelt Fasern eine kurze Strecke weit in das Transplantat gesandt hatte.[1]) Der zweite Fall liegt erst wenige Wochen zurück.

Freilich zeigen die experimentellen Untersuchungen von Bethe, daß die Homoplastik sogar aus der Leiche erfolgreich sein kann. Er hatte in seinen Tierversuchen niemals einen Mißerfolg, obgleich er Nervenstücke bis zu 11 cm Länge einpflanzte und nicht nur frisch übertrug, sondern auch nach mehrtägiger Aufbewahrung im Eisschrank in physiologischer Kochsalzlösung. Er zeigte, daß diese Nervenstücke sehr widerstandsfähig sind, da sie, wieder in einen Tierkörper gepflanzt, nicht der Autolyse verfallen, sondern die typischen Degenerationserscheinungen (Fibrillenzerfall, Ellipsoidbildung, Zerfall der Markzellen, Vermehrung der Schwannschen Kerne) aufweisen, also ähnlich wie die Elemente der peripheren Stümpfe degenerieren, was als Vorbedingung für die Regeneration anzusehen ist; denn durch diese Degeneration, welche eine Rückkehr zu einem embryonalen Stadium bedeutet, gewinnt der periphere Nervenstumpf, also auch das eingeschaltete transplantierte Stück, die Fähigkeit, unter dem Einfluß des sich mit ihm verbindenden zentralen Stumpfes neue funktionsfähige Fasern zu bilden. Obgleich auch Spielmeyer und Bielschowsky die gute Verwendbarkeit der Homoplastik aus der Leiche nach Tierversuchen bestätigen und ersterer bei Nachuntersuchungen von operierten Schußver-

[1]) Das Präparat ist zur genauen Beurteilung an Professor Spielmeyer gesandt worden, dessen Gutachten noch aussteht.

letzungen gute Erfolge bei einem 6 cm großen Medianusdefekt und einem 8 cm großen Defekt des medialen Plexusstammes feststellen konnte, so muß doch noch fraglich bleiben, ob sich das homoplastische Transplantat tatsächlich, wie Bethe und Spielmeyer glauben, aus eigenen Mitteln an der Neubildung der in ihm sich regenerierenden Nerven beteiligt. Haben doch Bielschowsky und Unger selbst das autoplastische Schaltstück nach 45 Tagen fast völlig von Bindegewebe ersetzt gefunden, so daß es wie ein zellreicher Narbenstrang aussah, aber die Struktur der Ersatznarbe, die wesentlich aus den bindegewebigen Bestandteilen des Transplantates hergeleitet wird, zeigte sich durch Beibehalten der alten parallelen Längsbahnen dem Aussprossen der jungen Nervenfasern sehr günstig. Außerdem spricht der gelungene Tierversuch von Bielschowsky und Unger mit Verwendung eines abgetöteten, in Borsäure konservierten Nervenstückes dafür, daß ein Hindurchwachsen der Fasern vom zentralen Stumpf aus entlang der parallelen Bahnen des substituierenden Narbengewebes bis zum peripheren Stumpf und somit eine Regeneration ohne eigene Beteiligung des Schaltstückes möglich ist (allerdings betrug der Defekt nur 2½ cm). Es fragt sich aber, ob die Teilungskraft der Schwannschen Zellketten des zentralen Stumpfes, welche der Faserbildung vorangeht, auf größere Strecken ausreicht und ferner, was den größten Zweifeln begegnet, ob sie dann am Ende ihres Vermögens noch imstande sind, zum zweitenmal eine Narbe, nämlich die am peripheren Stumpf, erfolgreich zu durchwuchern, wie das schon Kirschner, dessen Tierversuche vollkommen versagt haben, richtig hervorhebt. Auch zwischengepflanzte gestielte Muskellappen aus der Nachbarschaft nach Moszkowicz scheinen ein geeignetes Leitseil in diesem Sinne abgeben zu können, wenn man jeden Stumpf mit einer querangefrischten, entsprechend großen Muskelmasse vereinigt, deren Faserung in der Richtung der Nerven verläuft und die in der Mitte in Verbindung mit dem Muskel bleibt.

Nach allen Erfahrungen mit homoplastischem Gewebe kann ich an eine aktive Mitbeteiligung des Nerventransplantates bei der Bildung neuer Fasern nicht glauben (nach Bielschowsky und Unger ist dies selbst für die Nervenautoplastik zweifelhaft), dagegen ist es sehr wohl möglich, daß die feinen Längsröhren mit den längsgeordneten Zügen des Ersatznarbengewebes gute Wege für die auswachsenden Fasern geben und daß Erfolge gelegentlich eintreten können, wenn die Kraft des Auswachsens nicht vor dem Zusammentreffen mit dem peripheren Stumpf versagt. Danach ist an ein häufiges Gelingen der Homoplastik bei großen Nervendefekten kaum zu denken. Wenn man in Tierversuchen Strecken von 4—5 cm mit neuen Fasern durchwachsen fand, so glaube ich nicht, daß man den Größenverhältnissen des Menschen zum Tier entsprechend er-

heblich größere Strecken für das Auswachsen beim Menschen erwarten kann.

Der heutige Standpunkt der vielumstrittenen Frage der freien Nerventransplantation als Ersatz für Nervendefekte läßt sich in Kürze folgendermaßen zusammenfassen:

Nervenmaterial als Zwischenstück, auto- oder homoplastisch, lebend oder abgetötet, hat vielleicht als Vorteil vor anderweitigem Gewebe den des Neurotropismus, denn nach Forßmann wachsen die Fasern dorthin, wo sie Nervensubstanz vorfinden.

Fest steht, daß in Tierversuchen und gelegentlich am Menschen jede Nerventransplantationsart gelingen kann, namentlich bei kleinen Defekten. Sehr zweifelhaft aber ist der Erfolg des Verfahrens gerade da, wo es am Menschen gebraucht wird, nämlich bei größeren Defekten.

Die andere Frage, wie sich die Regeneration in dem Schaltstück vollzieht, ist klinisch von geringerer Bedeutung. Man hat neuerdings sowohl die aktive Betätigung der Elemente des lebend zwischengeschalteten Stückes (Bethe, Spielmeyer) für das Auswachsen der Fasern (bzw. der für die Faserbildung wichtigen Schwannschen Zellketten) vom zentralen Stumpf entlang der peri- und endoneuritischen Bindegewebsbahnen (Bethe) oder durch die leeren Röhren eines nekrotisch gewordenen Nervenstückes oder schließlich innerhalb der Bahnen des substituierenden Bindegewebes (Bielschowsky) behauptet.

Nach alledem muß der Defektersatz durch Nervenstücke trotz erfolgreicher Tierversuche und einzelner guter Erfolge am Menschen doch sehr mit Mißtrauen betrachtet werden und ist längst noch nicht sicher genug, um weitere Versuche an Verwundeten zu rechtfertigen, solange noch irgendeine Möglichkeit besteht, die unmittelbare Naht zu erzwingen. Außerdem darf gerade bei den Schußverletzungen nicht außer acht gelassen werden, daß von der Mehrzahl der Autoren schon ein Zurückbleiben der Resultate der einfachen Nahtvereinigung hinter denen der genähten Friedensverletzungen festgestellt worden ist.

Von anderen Verfahren bei Nervendefekten ist zunächst noch das von Heineke und Erlacher zu erwähnen, nach welchem der zentrale Stumpf unmittelbar in die gelähmte Muskulatur eingepflanzt wird. Es kommt nach Perthes nur unter bestimmten Verhältnissen in Betracht, nämlich dann, wenn der Nerv nahe an seinem Eintritt in die Muskulatur abgeschossen ist. Förster hat mit dem Verfahren unter 18 Fällen 10 Heilungen und eine Besserung, während 7 Fälle wegen gleichzeitig noch angewandter Naht ausscheiden. Es kann auch ein benachbarter Nerv geopfert und in die gelähmte Muskulatur verpflanzt werden. So hat Haberland den Nervus hypoglossus möglichst weit präpariert und seine durchschnittenen Endzweige in die gelähmten Gesichtsmuskeln

versenkt. Die ersten Anzeichen des Erfolges machten sich nach 7—12 Wochen bemerkbar. Ähnlich war schon v. Hacker vorgegangen, als er das zentrale Ende des bei einer Operation durchschnittenen Accessorius in den M. trapecius einpflanzte und zwar mit dem Erfolge, daß der Muskel später vom Accessorius aus erregbar war.

Daß die Neurotisation eines gelähmten Muskels auch von den Nervenfasern eines eingepflanzten, nicht gelähmten Muskellappens gelingen kann (sogenannte muskuläre Neurotisation) hat Erlacher experimentell gezeigt. Von den durchschnittenen Nervenbahnen wachsen die Nerven in reicher Zahl aus, dringen in den gelähmten Teil ein und unter dem Einflusse der neugebildeten Nerven beginnt auch die Regeneration der Muskelsubstanz wieder. Dieses Verfahren hat Rosenthal im Anschluß an die Lexersche Muskelplastik bei Fazialislähmung angewandt, indem er bei der Einnähung der aus dem Masseter und Temporalis gebildeten Muskellappen dafür sorgte, daß eine Verbindung mit den gelähmten Muskeln des Lides, der Wange und des Mundwinkels zustande kam. Zu diesem Zweck wurden die Enden der Muskellappen vom Temporalis in 2, vom Masseter in 3—4 Zipfel getrennt. Etwa 4—6 Wochen nach der Operation begann die nervöse Belebung der wichtigsten mimischen Gesichtsmuskeln. Auch ich machte (s. unten) die gleiche Beobachtung, obgleich ich einfacher operiere.

Ein anderer neuer Weg ist von Eden beschritten worden. Nachdem er festgestellt hatte, daß leere Röhren wie Gefäßstücke sich für größere Nervendefekte überhaupt nicht eignen, da ein Durchwachsen nicht stattfindet, kam er auf den Gedanken, die Nervenstümpfe des Defektes nach Anfrischung seitlich in eine nicht unterbundene Vene oder Arterie zu pflanzen. Es zeigte sich, daß Strecken von 4 cm am Tier durch auswachsende Fasern überbrückt werden können, die im strömenden Blut an der Innenseite der Gefäßwand entlang wachsen. Praktisch läßt sich dies Verfahren am Arm durchführen, indem man die Stümpfe in subkutane Venen einnäht, wie ich es einmal bei Radialisdefekt versuchte. Ein Erfolg ist in diesem Falle, in welchem der Defekt etwa 10 cm betrug, nach 2 Jahren nicht eingetreten. Vielleicht sind die Venen des Armes für die ziemlich dicken Stümpfe der Armnerven wegen ihres kleinen Lumens nicht geeignet und kann ein Mißerfolg auch durch Thrombose eintreten. Günstiger in dieser Beziehung läge die Einpflanzung von Stümpfen des Plexus brachialis in die Vena subclavia, was technisch sehr gut möglich ist.

Im allgemeinen kann man die Erfolge aller Defektoperationen bei schußverletzten Nerven nicht als sicher ansehen, und da sie nach aller Erfahrung hinter denen der einfachen Naht zurückstehen, ist heute die Überzeugung vorherrschend, daß man nach Möglichkeit die unmittelbare Nahtvereinigung versuchen oder auf irgendeine Weise erzwingen

soll. Dazu stehen, wenn die Stümpfe nicht aneinandergelagert werden können, verschiedene Hilfsverfahren zur Verfügung.

Daß es gelingt, durch entspannende Gliedstellung, z. B. durch starke Beugung des Unterschenkels nebst starker Rückwärtslagerung des Oberschenkels, am Ischiadikus Defekte von etwa 10 cm durch Naht zu vereinigen, ebenso wie am Arm durch spitzwinklige Beugung des Unterarmes Defekte des Medianus und Radialis von etwa 6 cm Ausdehnung noch zur Naht zusammenzubringen, ist längst bekannt, ebenso, daß man schon nach 2—3 Wochen mit der allmählichen Geradestellung des Gliedes beginnen und, ohne eine Neuritis oder ein Aufgehen der Naht fürchten zu müssen, dadurch den Nerven langsam dehnen kann. Selbstverständlich löst man die weit auseinanderstehenden Stümpfe möglichst weit aus ihrer Umgebung, bis abgehende Äste dem eine Schranke setzen, und versucht, sie unmittelbar in der Operationswunde zu dehnen.

Wrede und Wollenberg haben weiter gezeigt, daß man das Hauptkabel des zentralen Endes noch dadurch erheblich beweglicher machen kann, daß man nach Eröffnung der Nervenscheiden die abgehenden Seitenäste vom Stamm ablöst, und ferner, daß es sowohl am Ulnaris wie am Medianus möglich ist, für diese derart beweglich gemachten zentralen Enden durch entsprechende Verlagerung (z. B. des Ulnaris auf die Beugeseite, des Medianus am Unterarm auf den Lacertus fibrosus) kürzere Verlaufswege zu gewinnen. So konnte Wrede bei einem Medianusdefekt in der Mitte des Unterarmes trotz eines 10,5 cm großen Zwischenraumes der Stümpfe die Naht ausführen. Aber das Verfahren der Verlagerung läßt sich nur am Arm ausführen.

Für die allmähliche Dehnung eines Nerven hat im Tierversuch Bethe eine Methode ausgearbeitet, nach welcher die Nervenstümpfe durch Gummifäden miteinander verbunden werden und durch Herausleiten eines weiteren Fadens aus der Wunde ein allmähliches Nachspannen gestattet wird. Vom chirurgischen Gesichtspunkte aus ist dies Verfahren nicht zu empfehlen, da der aus der Wunde herausgeleitete Faden zu Infektionen Anlaß geben kann. Dieser Nachteil fehlt dem von Ernst Müller ausgearbeiteten Verfahren, der zeitweisen Verkoppelung der beiden Nervenenden durch ein Faszienrohr bei entspannender Gliedhaltung. Nach der Wundheilung folgt langsame Geradestellung des Gelenkes mit Dehnung des Nerven. Später folgt die Resektion des Koppelstückes und die unmittelbare Nervennaht bei günstiger Gelenkstellung; sodann wiederum Dehnung des Nerven durch Übergang in Geradestellung. Durch dies Verfahren hatte Ernst Müller zweimal Erfolg bei allerdings nur kleinen Defekten von 3½—4 cm, für große Defekte steht der Beweis des Gelingens noch aus.

Gerade das letztere Verfahren dürfte im Verein mit der ausgiebigen Lösung der Nervenenden unter Benutzung der Wredeschen Absplitterung

der Äste am zentralen Ende für die besonders schwierigen und großen Ischiadikusdefekte zu empfehlen sein. Vor allem aber scheinen mir die genannten Hilfsmittel: Auslösen der Nervenenden am zentralen Stumpf mit Absplitterung der Äste, günstige Gliedstellung, wo es möglich ist, Verlagerung des zentralen Endes auf einen kürzeren Weg, im Notfalle noch dazu allmähliche Dehnung durch Faszienverkoppelung selbst für die schwierigsten Fälle zu genügen, so daß man auf Operationen am Knochen verzichten kann.

Die letzteren sind im Sinne einer Verkürzung des Knochens durch Resektion zur Erzwingung der Nervennaht, wie sie Löbker, Trendelenburg und v. Bergmann schon früher ausgeführt haben, kaum mehr im Gebrauch. Der Nachteil der dauernden Verkürzung wird durch den am Menschen noch nicht erprobten Vorschlag von Kirschner allerdings beseitigt, wenn man den Knochen nur subperiostal durchtrennt und eine Dislocatio ad longitudinem oder ad axin zur Erzwingung der Nahtvereinigung herstellt, bis nach etwa 2 Wochen das Zusammenheilen der Nervenstümpfe eine allmähliche Korrektur der Knochenverschiebung erlaubt.

Angesichts der unsicheren Erfolge aller Defektoperationen ist zu verlangen, daß schon bei der endgültigen Versorgung der frischen Verletzungswunde durchtrennte Nerven genäht werden, auch wenn Eiterung zu erwarten ist. Gegen das Auseinanderweichen und Zurückziehen der Stümpfe beim Aufgehen der Naht schützt, ebenso wie bei der Versorgung frischer Nervendefekte, die seitliche Befestigung der Stümpfe, bzw. Nahtstelle in der Wunde. Selbst wenn auch bei der primären Naht unter dem Einflusse langdauernder Eiterung eine undurchgängige Zwischennarbe entsteht, so liegen die Verhältnisse für eine künftige Naht nach Resektion der ersten Nahtstelle doch günstiger, als wenn sich durch narbige Verzerrung größere Zwischenräume gebildet haben.

Für sämtliche Nervennähte sowohl wie Verfahren des Defektersatzes ist gerade bei den Schußverletzungen darauf zu achten, daß nicht eine die Nervenfunktion schädigende Verwachsung mit dem vernarbten Gewebe der Umgebung eintritt. Sehr gut wird die Nahtstelle nach Eden vor einwachsendem Narbengewebe geschützt, wenn man an dem einen Ende einen Epineuriumzylinder beweglich macht und ihn über die Nahtstelle zu deren Bedeckung verschiebt, worauf die ganze Operationsstelle des Nerven mit einem Fettgewebslappen umkleidet wird. Ferner ist der Borchardsche Vorschlag, von gesunden Muskeln aus der Umgebung zwei Lappen zu bilden und sie mit ihrer nichtangefrischten Fläche um die Vereinigungsstelle zu lagern, sehr beachtenswert, da hier gesundes, aus der Umgebung gut ernährtes Gewebe zwischen den operierten Nerven und die Weichteilnarbe gelagert wird. Aber bei den weitreichenden Vernarbungen, welche namentlich Schußverletzungen durch Nahschüsse

oder nach langdauernden Eiterungen aufweisen, ist das Verfahren nicht immer möglich. Es kommen dann die Umscheidungen der Nahtstellen in Frage, ähnlich wie bei der Neurolyse (s. diese), jedoch nur für einfache Nähte. Bei lebend eingepflanzten Schaltstücken halte ich sie nicht für zweckmäßig, da sie ja die Ernährung aus der Nachbarschaft verhindern.

Trotz der Fülle von Verfahren für die Wiederherstellung der Nervenleitung am durchschossenen Nerven bleiben genug Fälle übrig, die zum Mißerfolg verurteilt sind, sei es, daß die Nervenoperation wegen der langdauernden Eiterung, wegen Nebenverletzung am Knochen, wegen Vernachlässigung oder Ablehnung der Operation zu spät in Frage kommt, sei es, daß die Vereinigung überhaupt, wie am Nervus facialis nach seinem Durchschuß an seinem Austritt aus dem Knochen, unmöglich ist, oder schließlich, daß es sich um Mißerfolge nach Nervenoperationen handelt.

In allen solchen Fällen kann man durch **Hilfsoperationen** noch manches erreichen.

Zum Teil sind sie längst in Gebrauch, zum Teil erst im Kriege entstanden. Es handelt sich hier wie bei den Lähmungen verschiedener Muskelgruppen um die Übertragung des Zuges gesunder Muskeln durch Sehnenverlagerung, ähnlich wie bei den bekannten Operationen des paralytischen Klump- oder Plattfußes, ferner um die Zwischenschaltung von kräftigen Sehnen- oder Faszienstreifen, um die Kraft eines gesunden Muskels auf den Sehnenansatz des gelähmten Muskels zu übertragen, oder aber um die Feststellung der Gelenke durch Arthro- oder Tenodese.

Es ist nicht beabsichtigt, die vielen alten und neuen Verfahren hier aufzuzählen, sondern es sollen nur einige für die wichtigsten und häufigsten Lähmungen Platz finden.

Selbstverständlich können für solche Verfahren, die einen gesunden Muskel zur Verpflanzung opfern, nur Fälle gewählt werden, in denen die Wiederherstellung der Nervenleitung für ausgeschlossen zu gelten hat. Eine Berechtigung hierzu ist unbestritten, wenn es sich um Fälle handelt, in denen die Ausdehnung der Verletzung jede Nervenvereinigung unmöglich macht oder der Nerv, an seiner Hauptverzweigung getroffen (z. B. Fazialis, Medianus, Femoralis), nicht vereinigt werden kann. Ist die Nervenvereinigung lange Zeit unterblieben oder erfolglos gewesen, so ist nach Perthes die Hilfsoperation frühestens in 1 Jahr, nach Hohmann frühestens in 2 Jahren auszuführen. Wo aber mit der Möglichkeit der Wiederherstellung gerechnet werden kann, darf die Hilfsoperation höchstens Verbindungen zwischen den Sehnen gesunder und gelähmter Muskeln herstellen.

Bei nicht wiederherstellbarer Radialislähmung sind verschiedene Verfahren versucht und vor allem von Perthes auf ihre Dauer-

wirkung geprüft worden. Sein endgültiges, sehr radikales Verfahren, mit dem auch ich gute Erfolge erzielt habe, bezweckt sowohl die Tenodese des Handgelenks wie die Kraftübertragung auf sämtliche Fingersehnen der Streckseite. In Anlehnung an die Sehnenverpflanzung Frankes werden der Flexor carpi ulnaris mit den langen Strecksehnen, der Flexor carpi radialis mit den Daumensehnen vereinigt. Dadurch werden die ausgefallenen Strecker der Finger und der Abduktor pollicis longus aktiv belebt, während das Herabsinken der Hand durch Tenodese der Extensores carpi nach Vulpius und Fischer erreicht wird. Hierzu befestigt Perthes die Sehne des Extensor carpi radialis brevis am Radius in einem durch die Grenze des mittleren und unteren Drittels gebohrten Knochenkanal mit Schlingenbildung, während die des Extensor carpi radialis longus und ulnaris am Periost des Radius und der Ulna in Streckstellung der Hand von etwa 20 Grad festgenäht werden. Die abgetrennten kraftspendenden Sehnen der Handbeuger mit ihren angrenzenden Muskelabschnitten kann man sowohl um den Radius und um die Ulna herum verlegen, als durch eine Lücke des Lig. interosseum am oberen Rande des M. pronator quadratus hindurchführen. Vor allem legt Perthes Wert darauf, daß die Vereinigung der kraftspendenden Sehnen mit den gelähmten oberhalb der Sehnenscheiden stattfindet, um den Gleitapparat der kraftnehmenden Sehnen völlig unversehrt zu lassen, und ferner darauf, daß die gelähmten Sehnen möglichst weit in breite und innige Verbindung mit den Kraftspendern kommen, damit schon etwa 10 Tage nach der Operation mit der aktiven Bewegung begonnen werden kann. Schließlich hat die supravaginale Ausführung der Sehnenverpflanzung noch den Vorteil, daß mit einem Kraftspender gleichzeitig mehrere Empfangssehnen versorgt werden können. Hierzu wird das sehnige Ende des Flexor carpi ulnaris, nachdem es zwischen Haut und Faszie nach dem Dorsum durchgezogen ist, mit zwei kleinen Schlitzen versehen und durch jeden derselben zwei der weit oben von ihren Muskelbäuchen getrennten langen Fingerstrecker gekreuzt hindurchgezogen und dann breit auf die Oberfläche des Kraftspenders festgenäht, so daß die Finger vollkommen gestreckt und das Handgelenk gleichzeitig um etwa 30 Grad dorsalflektiert stehen.

Die Sehne des Flexor carpi radialis wird, nachdem die Vereinigungsstelle des Extensor carpi radialis brevis mit dem Radius durch Zurückschlagen der Faszie bedeckt ist, ebenfalls mit einem Knopfloch versehen, durch welches der Extensor pollicis longus und der brevis durchgezogen werden, um dann weit nach oben am Kraftspender festgenäht zu werden. Der Abductor pollicis longus wird um die Vereinigung spiralig herumgeführt und unter Abduktion des Daumens mit der kraftspendenden Sehne vereinigt.

Zur Freilegung der nötigen Sehnen sind bei dem Verfahren drei Schnitte nötig, zunächst an der Beugeseite zwei, beginnend am Hand-

gelenk, einerseits über der Sehne des Flexor carpi ulnaris, andererseits über der des Flexor carpi radialis und 14 cm weit nach oben reichend. Die Sehne des ersteren wird unmittelbar am Erbsenbein abgetrennt und samt ihrem Muskelbauch 12 cm weit nach oben abgelöst, der Flexor carpi radialis wird kurz vor seinem Eintritt in den Canalis carpi abgetrennt und in ähnlicher Weise ausgelöst. Der dritte Schnitt, auf der Mitte des Vorderarmrückens, vom Handgelenk bis 14 cm oberhalb reichend, dient zunächst dazu, im subkutanen Fettgewebe je einen schrägen Kanal, etwa 8 cm oberhalb des Handgelenkes um die freie Kante der Ulna und des Radius herum zu bohren. Dann erst wird die Vorderarmfaszie längsgespalten, am Ligamentum carpi dorsale quer nach beiden Seiten abgetrennt, worauf zuerst die Sehnen der Extensores carpi zur Tenodese freigelegt und von ihren Muskelbäuchen abgetrennt werden, ebenso geschieht dies mit den kraftempfangenden Sehnen der Fingerstrecker und des Daumens.

Das Perthessche Verfahren ist anderen überlegen, die sich nur mit der Tenodese des Handgelenkes begnügen oder den Flexor carpi radialis zur Kraftübertragung auf den Handgelenksrücken durch das Spatium interosseum führen, während die Fingerstrecker und Daumensehnen nur verkürzt werden (Geßner und Riedel). Hohmann schlug neuerdings vor, auf die oft hindernde Tenodese zu verzichten. Er ersetzt den Extensor carpi radialis durch den Flexor carpi radialis, verbindet den Flexor carpi ulnaris sowohl mit dem Extensor digit. comm. als mit dem Extensor pollicis longus, während die beiden anderen Daumensehnen ebenfalls mit dem Flexor carpi radialis vereinigt werden.

Eine Beseitigung der Supinationslähmung durch Verlagerung des Ursprungs (Hoffa) oder des Ansatzes (Tubby) des Pronator teres ist völlig unnötig, da die Supination sehr bald, namentlich bei gebeugtem Vorderarm durch den Bizeps ersetzt wird (Perthes, Geßner und Riedel).

Ist die Funktionswiederkehr des Radialis zweifelhaft, so kann man nach Ernst Müller mit Hilfe einer freien Faszientransplantation zwischen Handrücken und Vorderarm das Handgelenk in eine leichte Streckstellung bringen, wodurch es den vorher entspannten Beugern möglich wird, wieder kräftig zu funktionieren, zumal beim Faustschluß durch denselben Willensimpuls eine geringe Streckstellung der Hand eingenommen wird. Von einem Längsschnitt über der Mitte des Handrückens aus wird der eine Zipfel eines längsgespaltenen 22—25 cm langen, 5—6 cm breiten Faszienstreifens aus dem Oberschenkel bei starker Streckstellung der Hand am Handrücken, der andere Zipfel von einem Längsschnitt über dem Metacarpus I aus an diesem bei Streck- und Abduktionsstellung des Daumens befestigt, während das nicht getrennte Ende am Vorderarm festgenäht wird. Auf eine kraftspendende Verbindung für die Fingerstreckung wird verzichtet, um nicht für den Fall der Wiederkehr der Nervenfunktion einen ungelähmten Muskel umsonst zu opfern. Die

Streckstellung der Hand wird 4—5 Wochen im Gipsverband erhalten, darauf sinkt sie allmählich zur Mittelstellung.

Auch Ansinn verwendet einen Faszienstreifen von 4 cm Breite und 25 cm Länge samt Fettgewebe. Derselbe wird so zusammengenäht, daß er eine außen mit Fettgewebe bekleidete Röhre bildet, damit keine Verwachsungen mit der Umgebung eintreten können. Die aufgespaltenen Enden des Faszienrohres werden um den 2. Metacarpus, nahe der Basis, herumgeführt und am Periost befestigt (eine ähnliche Verbindung machte Ansinn bei Peroneuslähmung zwischen dem 2. Metatarsus und der Fibula). Das Verfahren bezweckt nur, das gelähmte Glied zu stützen, wenn die Operation am Nerven lange Zeit wegen Eiterung hinausgeschoben werden muß, oder für die Zeit bis zur Regeneration nach einer Nervenvereinigung. Später kann der Streifen, wie dies in einem Fall bei rückgekehrter Radialisfunktion nach 3 Monaten geschah, leicht entfernt werden. Während Ansinn mit dem Verfahren gute Erfolge gehabt hat, lehnt Perthes diese Art der Tenodese als ungenügend ab. Nach meiner Erfahrung eignet sich die Faszie überhaupt nicht zu derartig stark in Anspruch genommenen Zügeln, da sie zu leicht nachgibt. Besser sind zu diesem Zwecke Zügel aus kräftigen Sehnen, die man natürlich nur homoplastisch gewinnen kann.

Für die Medianuslähmung empfiehlt Spitzy den Ersatz des Flexor sublimis durch den Flexor carpi ulnaris, wodurch gleichzeitig das störende Überwiegen der ulnaren Ablenkung der Hand infolge der Lähmung des Flexor carpi radialis beseitigt wird. Zur Opposition des Daumens soll eine Arthrodese des Daumens im Grundgelenk mit Drehung um 90 Grad vorgenommen werden, so daß der Daumen dauernd den übrigen vier Fingern gegenüber steht. Dadurch wird das Fassen und Halten von nicht schweren Gegenständen wieder möglich. Bei Verletzung des zum Flexor pollicis longus verlaufenden Medianusastes erreichte Hohmann einen Erfolg, indem er die abgetrennte Sehne des Palmaris longus mit dem peripheren Stumpf der durchtrennten Daumensehne vernähte.

Bei der Ulnarislähmung ist das Ziel der Hilfsoperation ein zweifaches, erstens muß die Krallenstellung infolge der Lähmung der Interossei und Lumbricales und infolge des Überwiegens der langen Strecker beseitigt werden; dies ist in der Regel nur am 4. und 5. Finger notwendig. Weniger wichtig ist zweitens die Wiederherstellung der Adduktion des Daumens.

Folgende Hilfsoperation habe ich seit Anfangs 1916 ausgeführt. Über das Verfahren hat Eden am Orthopäden-Kongreß in Wien 1918 Bericht erstattet. In der Hohlhandfurche wird durch einen Querschnitt sowohl die Sehnenscheide des 5. wie 4. Fingers freigelegt und mit einem kleinen Fenster versehen. An die hier sichtbare Sublimissehne wird ein 8 mm breiter Faszienstreifen durch einige Nähte befestigt, sodann wird der Faszienstreifen der Länge nach geteilt. Mit einem gebogenen Elevatorium

wird außerhalb der Sehnenscheide nach jeder Seite des Fingers zu ein Kanal gebildet bis zum Rücken der Grundphalanx. Dieser wird durch einen leicht gekrümmt verlaufenden Schnitt an der ulnaren oder radialen Kante des Fingers freigelegt, ebenso wie die zur Mittelphalanx ziehende Faserung der Strecksehne. Die letztere wird in der Mitte der Grundphalanx durchbohrt und zu beiden Seiten an ihrem Rande gelöst. Nunmehr werden die beiden Faszienzügel durch den vorgebohrten Kanal an die Seite der Grundphalanx gebracht, von hier unter der Strecksehne durch die in ihrer Mitte liegende Perforation zusammen durchgezogen und dann eine Strecke weit über das Fingergelenk hinweg mit den Faserzügen über der mittleren Phalanx vereinigt. Dabei steht die Grundphalanx während der Naht leicht gebeugt. Der in örtlicher Betäubung operierte Patient kann sofort nach der Einpflanzung dieser Zügel die Grundphalanx beugen, da mit diesen Zügeln die entsprechende Wirkung der Interossei und Lumbricales ersetzt wird. Die auslösende Kraft für sie wird vom oberflächlichen Fingerbeuger gegeben (s. Fig. 217). Auch die Hebung der Endglieder wird erheblich ver-

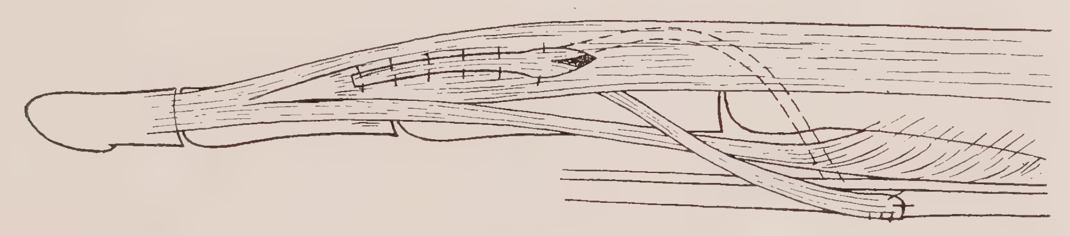


Fig. 217. Hilfsoperation bei Ulnarislähmung.

bessert, doch genügt für sie allein der lange Strecker, sobald die Extensionsstellung der Grundphalanx fortfällt. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man bei Ulnarislähmung die überstreckte Grundphalanx in leichter Beugestellung festhält. Trotzdem habe ich die Faszienzügel eine Strecke weit über der Mittelphalanx befestigt, da hierdurch sowohl die lange Strecksehne als die ersetzte Interosseuswirkung einen Kraftausläufer erhält (Fig. 218—224).

Um auch den Ausfall des Daumenadduktor zu ersetzen, kann man einen Faszienzügel etwas oberhalb des Handgelenkes mit einer Beugesehne, die ulnarwärts vom Medianus liegt, verbinden, also mit der des 3. oder 4. Fingers, und sie unter dem Querband nach außen über das 1. Metacarpocarpalgelenk hinweg bis zum Außenrand des 1. Metacarpus in der Nähe seines Köpfchens führen, wo sie am Periost in leichter Adduktionsstellung des Metakarpus zu befestigen ist. Dadurch wird die Kraft des betreffenden Beugers mit zur Adduktion des Metakarpus verwandt und letztere beim Faustschluß mit überstehendem Daumen ermöglicht (Fig. 222—224).

Auf demselben Prinzip beruht die von Nußbaum nach Leichenversuchen vorgeschlagene Operation, bei welcher die seitlichen Ansätze der Flexor sublimis-Sehne von der Mittelphalanx abgetrennt und nach Längsschlitzung der Beugesehne bis in die Hohlhand auf jeder Seite

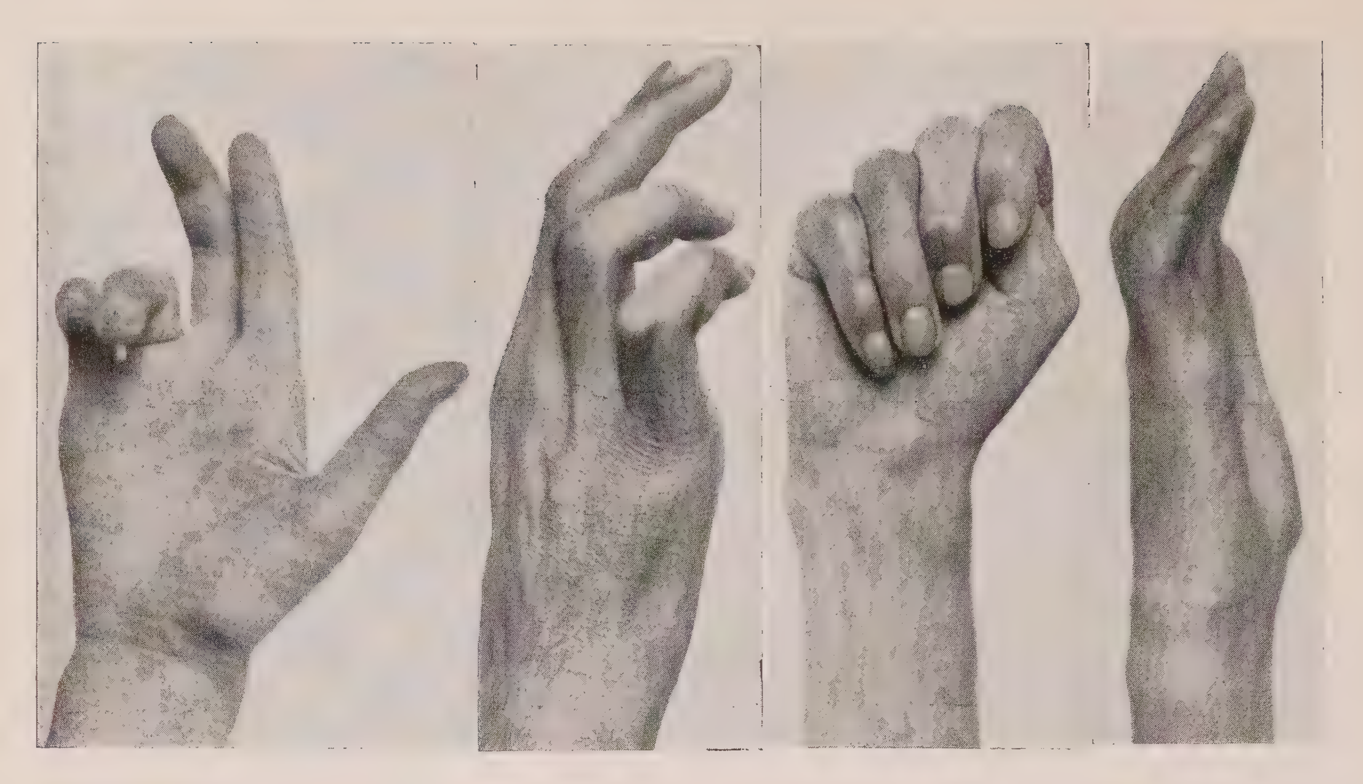


Fig. 218. Fig. 219. Fig. 220. Fig. 221.
Fig. 218—219. Ulnarislähmung vor der Hilfsoperation.
Fig. 220—221. Derselbe Fall. Nach der Hilfsoperation entsprechend Fig. 217.

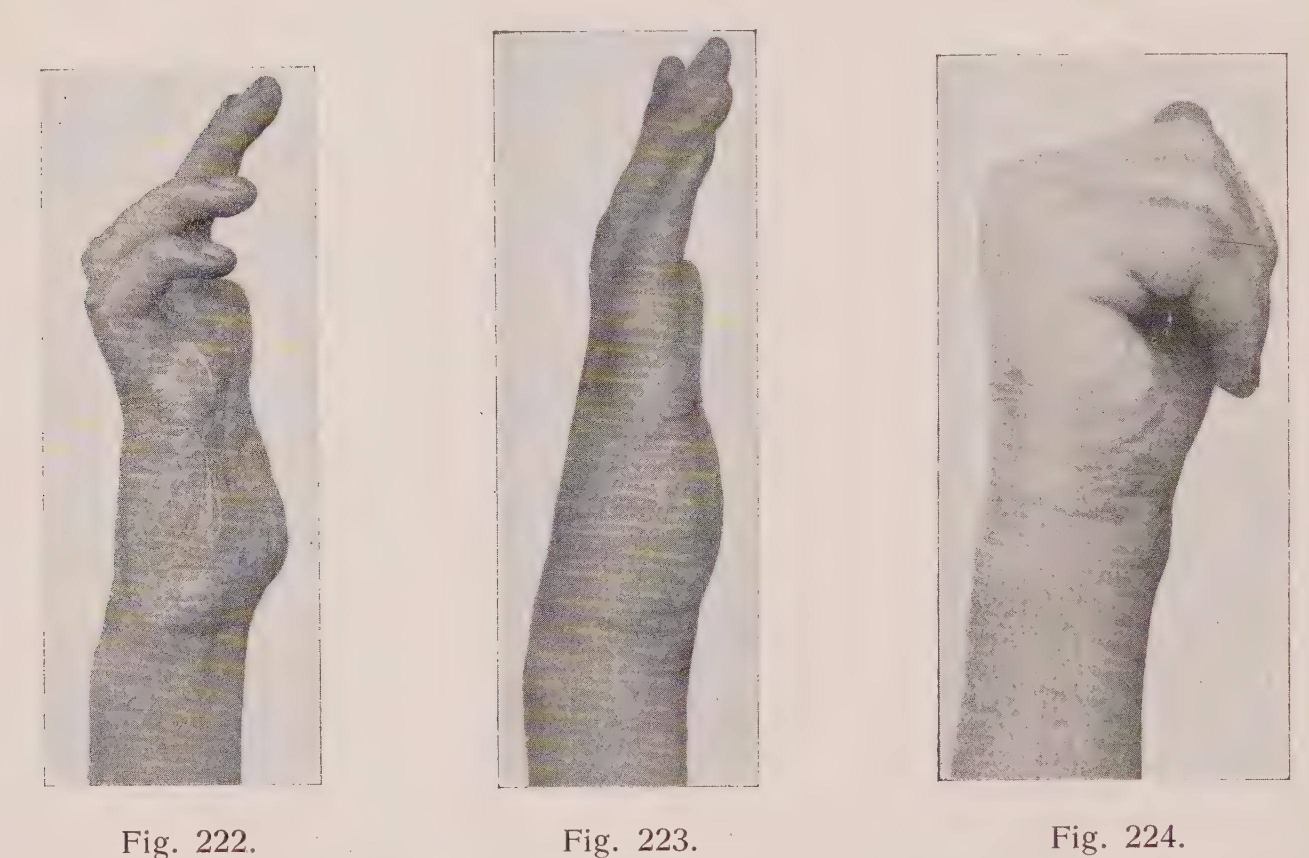


Fig. 222. Fig. 223. Fig. 224.
Fig. 222. Ulnarislähmung vor der Hilfsoperation.
Fig. 223, 224. Streckung und Beugung der Finger nach der Operation am Daumen, am 4. und 5. Finger.

proximal vom Metakarpusköpfchen auf die Streckseite geführt werden, um hier an der Streckaponeurose befestigt zu werden. Die verlagerten Sehnenzipfel beugen dann das Grundgelenk und strecken das Mittel- und Endgelenk, während die Sehne des tiefen Fingerbeugers allein imstande ist, die Fingerspitze bis zur Hohlhand zu bringen. Trotzdem diese letztere

Tatsache längst bekannt ist, da für verloren gegangene Beugesehnen der Finger der freie Ersatz der Profundussehne bei erhaltenen oder wiederhergestellten Querbändern genügt, so halte ich es doch bei der Kompliziertheit der Fingerbewegungen im Zusammenspiel sämtlicher Bewegungsapparate nicht für zweckmäßig, die Sublimissehne gänzlich zu opfern.

Im übrigen hat das von mir angegebene Verfahren noch den Vorteil, auch angewendet werden zu können, wo die Wiederkehr der Ulnarisfunktion nicht unbedingt ausgeschlossen ist; denn die Faszienzügel können leicht wieder entfernt werden, falls sie stören sollten.

Im Gegensatz zu diesem Verfahren, in welchem ein Beuger zum Kraftspender für die Interossei wird, stehen die Vorschläge von Kornelius Müller und von Wittek, nach welchen Teile der Strecksehne seitlich und volarwärts verlagert werden, wodurch sie ähnlich wie bei seitlicher Sehnenluxation zu Beugern der Grundphalangen werden.

Daß man bei Lähmungen des N. peroneus oder tibialis durch Sehnenverlagerung ähnlich und mit Erfolg vorgehen kann wie bei den paralytischen Füßen der Kinder, ist selbstverständlich.

Im allgemeinen sind die Erfolge solcher Hilfsoperationen bei richtiger Indikationsstellung so gut, daß sie bei vielen dauernden Lähmungen einzelner peripherer Nerven großen Nutzen bringen können.

Eine Sonderstellung nimmt die Fazialislähmung ein. Für sie ist wohl die Pfropfung des zentralen Endes des durchschnittenen Nervus hypoglossus oder Nervus accessorius verlassen teils wegen unangenehmer Nebenwirkungen, teils wegen des nicht sicheren Erfolges.

Ich bediene mich seit Jahren eines Verfahrens, welches die Kraft des M. masseter und temporalis ausnutzt, ähnlich wie es später von Jianu angegeben worden ist. Bei vollständiger Fazialislähmung wird ein Schnitt in der Nasolabialfurche geführt und von ihm aus bis auf den Masseterrand vorgedrungen. Ist dieser nach oben und unten durch eingesetzte stumpfe Haken genügend freigelegt, so wird aus ihm ein oben gestielter, von oben nach unten sich verschmälernder Lappen abgespalten, dessen unteres Ende unter der Haut bis dicht an den Mundwinkel geführt wird. Man kann die Lappenspitze auch spalten, um den Mundwinkel mit beiden Zipfeln zu umfassen, doch genügt das erstere Verfahren. Von einer kleinen Inzision aus, dicht am Mundwinkel, erfolgt die Vernähung der Lappenspitze mit dem subkutanen Gewebe.

Bei gleichzeitiger Lähmung der oberen Äste habe ich in ähnlicher Weise den vorderen Rand des Schläfenmuskels benutzt, nachdem er von einem Schnitt an der Haargrenze aus freigelegt ist. Anfangs bildete ich die Lappenspitze nach unten, da sich hiermit ein sehr langer Lappen abspalten läßt, und verlagerte diesen unter der Haut bis ins äußere Drittel

des Unterlides. Hierbei dient der Muskellappen wesentlich als Zügel. Berücksichtigt man aber die Innervation, so muß der Lappenstiel nach unten liegen. Da man aber hierdurch keine so langen Lappen bilden kann, so muß man sich entweder damit begnügen, die Lappenspitze seitlich vom äußeren Augenwinkel mit dem Orbicularis zu vereinigen, oder muß an ihr einen Streifen der Temporalfaszie als sehnige Verlängerung stehen lassen.

Zum mindesten wird durch dies Verfahren eine Richtigstellung des Mundes und des Unterlides erreicht. In der Regel können aber die Patienten schon nach 10 Tagen bei festem Aufeinanderbeißen der Zähne den Mundwinkel etwas heben und die Lidspalte fast vollständig schließen. Als ich das Verfahren zum ersten Male 1907 anwandte, wollte ich nicht mehr damit erreichen als die Verbesserung der Stellung und eine geringe Beweglichkeit bei der Betätigung der Kaumuskulatur. Es hat sich aber bei einigen Fällen doch gezeigt, daß nach mehreren Wochen oder Monaten auch eine geringe Betätigung der mimischen Gesichtsmuskeln wiederkehrt, trotzdem in diesen Fällen eine völlige Durchtrennung des Fazialis sicherstand. Dieser auffällige Erfolg kann kaum anders erklärt werden als durch muskuläre Neurotisation, d. h. durch Auswachsen der Nerven in die benachbarten mimischen Muskeln.

Die von Erlacher festgestellte Tatsache dieser Neurotisation benutzte W. Rosenthal zu einer ähnlichen, aber viel komplizierteren



Fig. 225.



Fig. 226.

Fig. 225. Fazialislähmung vor der Muskelplastik.
Fig. 226. Derselbe Fall 6 Wochen nach der Muskelplastik aus Masseter und Temporalis.

Muskellappenverlagerung aus dem Masseter und Temporalis mit der gleichen Schnittführung wie bei meinem Verfahren. Die sehr vorsichtig ausgelösten, breiten, am Masseter oben, am Temporalis unten gestielten



Fig. 227. Wie Fig. 226.



Fig. 228. Wie Fig. 226.



Fig. 229.



Fig. 230.



Fig. 231.

Fig. 229. Fazialislähmung vor der Muskelplastik.
Fig. 230—231. Derselbe Fall 4 Wochen nach der Muskelplastik aus Masseter und Temporalis.

Lappen werden für das Auge in 2, für die Wange in 3—4 Zipfel getrennt und diese mit den möglichst gut präparierten mimischen Gesichtsmuskeln (Epicranius frontalis, Orbicularis oculi, Quadratus lab. sup., Zygomaticus, Sphincter oris) so vereinigt, daß in sie Nervenfasern aus den Muskelquerschnitten der Lappen hinüberwachsen können.

Die beiden abgebildeten Fälle zeigen den Erfolg unserer Plastik nach 6 bzw. 4 Wochen, bei dem ersteren Fall schon mit Betätigung der Gesichtsmuskeln (Fig. 225—231).

Gegenüber den Erfolgen dieser geschilderten Plastik aus den Kau-

muskeln kann man bei vollständiger Fazialislähmung auf die Hebung des Mundwinkels mit Hilfe eines von ihm bis zum Jochbein eingeführten Faszienzügels verzichten. Nur bei Zerstörung oder Lähmung des Masseter ist dies am Platze. Dagegen läßt sich dies Verfahren bei zerstörtem Masseter verwenden, wenn die oberen Äste des Fazialis noch vorhanden sind und man den Faszienzügel unten am Mundwinkel und oben in der gut funktionierenden Muskulatur des Orbicularis oculi befestigt.

In einem solchen Falle war ein durchgehender Wangendefekt anderwärts durch einen gedoppelten Lappen aus der Halshaut gedeckt worden. Am Unterkiefer bestand noch ein großer Defekt, den ich durch Knocheneinpflanzung ersetzte. Dadurch wurde die eingefallene Wange gehoben. Der nach unten verzerrte Mundwinkel wurde etwas nach oben verlagert und gleichzeitig ein Faszienzügel von ihm aus bis zum äußeren Augenhöhlenrand gebracht, wo er mit dem Orbicularis vereinigt wurde. Beim Lachen konnte darauf der Patient, wenn er die Augen etwas zusammenkniff, die Oberlippe oberhalb des Mundwinkels so weit heben, daß die Wange sich etwas vorwölbte und die Nasolabialfalte sich vertiefte (Fig. 232—234).

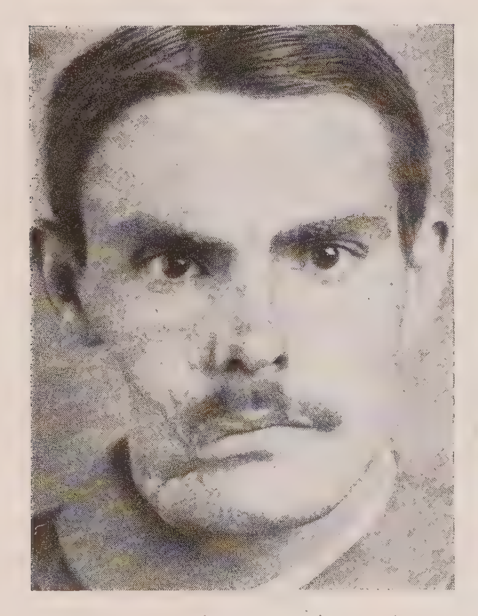


Fig. 232.

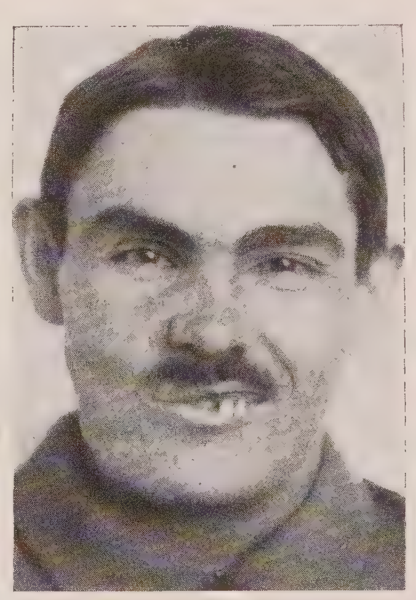


Fig. 233.

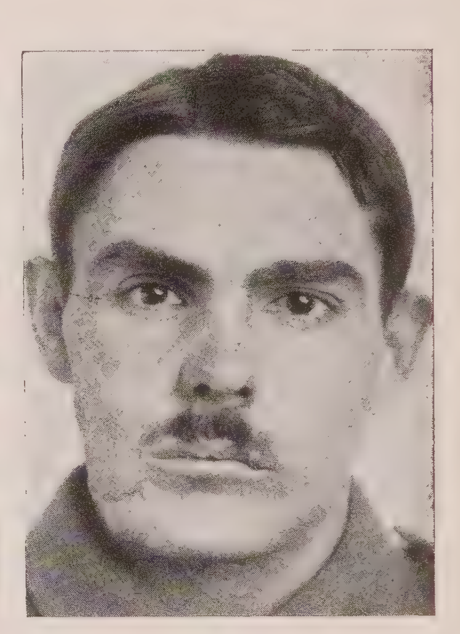


Fig. 234.

Fig. 232. Lähmung der unteren Fazialisäste (Unterkieferdefekt, Wangenplastik).
Fig. 233—234. Nach Verbindung des Orbicularis oculi mit dem Mundwinkel durch einen Faszienstreifen (Kieferdefektersatz und Narbenkorrektur).

Faszienzügel vom Mundwinkel beiderseits bis zum Jochbein habe ich dagegen mehrere Male verwendet, um nach plastischem Ersatz der Unterlippe und Kinnhaut ein Herabsinken des Mundes zu verhüten. Ebenso wurde mehrfach nach künstlichem Ersatz des unteren Lides nebst den angrenzenden Wangenweichteilen der Lidrand an der Verzerrung nach unten durch einen Faszienstreifen verhindert, der von dem einen Augenbrauenende zum anderen durch einen subkutan im Unterlid verlaufenden Kanal durchgeführt und mit der nötigen Spannung beiderseits am Periost des oberen Augenhöhlenrandes festgenäht wurde. Dadurch konnte gleichzeitig dem Glasauge ein guter Halt geboten werden (s. Gesichtsplastik).

Zur Hebung des Oberlides bei Ptosis dient ebenfalls ein subkutan gelagerter Faszienzügel, der von einem kleinen Schnitt in der Mitte der Augenbraue aus nach Tunnelierung der Haut mit zwei Fäden bis zum Lidrand durchgezogen und durch ihre Verknotung hier befestigt wird.

VI. Gefäßdefekte.

Wer Aneurysmen, bzw. pulsierende Hämatome, ebenso wie frische Gefäßverletzungen an den großen, für die Ernährung und Erhaltung eines Gliedes wichtigen Arterien, nach den von mir 1907 aufgestellten Forderungen ideal, d. h. mit Erhaltung oder Wiederherstellung des Kreislaufes operieren will, kommt nicht immer mit der Gefäßnaht aus, da das wichtige Hilfsmittel der äußersten Beugung der Gliedabschnitte zur Erzwingung der Naht nicht bei größeren oder ungünstig gelegenen Gefäßdefekten genügen kann. Man muß deshalb gelegentlich zur Gefäßtransplantation durch Venenautoplastik greifen, die ich 1907 zum ersten Male am Menschen ausgeführt habe. Die Ablehnung dieser Operation durch einige Chirurgen ist nicht recht zu verstehen, wenn man bedenkt, daß in der Literatur bereits über 50 Fälle[1]) mit nur 7 wirklichen Mißerfolgen (durch Nachblutung, Thrombose und Eiterung, Nekrose des Gliedes) berichtet wurde. Daß freilich bei den Kriegsschußverletzungen für diese Operation die Verhältnisse nicht oft günstig liegen, habe ich in einer Arbeit des näheren begründet. Ich wiederhole hier, daß ich die Gefäßtransplantation im Kriege nur dann für berechtigt halte, wenn die Wundverhältnisse derart sind, wie man sie bei allen freien Verpflanzungen verlangen muß. Man kann niemals die Transplantation von irgendeinem Gewebsstück in eine Wunde vornehmen, deren Flächen gequetscht und zerrissen mehr oder weniger dem Tode verfallen und für die Entwicklung von Infektionen günstig sind, niemals also bei Wundflächen, deren Ernährung wegen Infiltration mit Blut schlecht ist und die deshalb den wichtigen Anschluß zur Ernährung nicht geben können. Es muß für die Gefäßtransplantation unbedingt gefordert werden, daß die Wunde gesundes Gewebe in unmittelbare Berührung mit dem eingepflanzten Gefäßstück zu bringen vermag. Niemals kann es eine Bluthöhle überbrücken oder von zerfetzten Muskeln umgeben sein oder in Schwielen eingebettet werden und niemals darf die geringste Infektionsmöglichkeit bestehen, d. h. es müssen die Verhältnisse stets so liegen, daß ein primärer Verschluß der Wunde erfolgen kann. Außer der Gefahr der ruhenden Infektion kann ein Mißerfolg noch von der oft festgestellten, weit nach beiden Seiten von der Verletzungsstelle aus reichenden Schädigung der Gefäßwand, meist in Gestalt von kleinen Querrissen der Intima, wie bei jeder Gefäßnaht, verschuldet werden, da Thrombose folgt.

Trotz dieser schwierigen Indikationsstellung habe ich bei Kriegs-

[1]) Eigentlich 56 Fälle. Doch scheiden hiervon 6 für die Beurteilung aus.

aneurysmen mit geheilter Wunde 5mal durch Gefäßtransplantation den Kreislauf erhalten können, während ein 6. Fall von dem auf der entgegengesetzten Seite noch nicht geschlossenen Schußkanal aus (Durchschuß von der Leistengegend zum Trochanter major) eine schwere Eiterung mit Thrombose und Gangrän des Gliedes bekam. In der Kriegsliteratur fand Warthmüller unter 33 Kriegsaneurysmen 6 schlechte und 27 gute Erfolge der Gefäßtransplantation.

Eine seltene Indikation für diese Operation ist bei kombinierten Gefäßnervenverletzungen die Ischämie des Gliedes mit trophischen Störungen. In einem solchen Fall, wo neben der Verletzung der 3 Armnerven noch ein Abschuß der Art. axillaris vorlag und ausgeprägte ischämische Erscheinungen bestanden, hat Hirschmann zum ersten Male die Gefäßtransplantation aus der Vena saphena verwendet, um den nach Auslösung der vernarbten Gefäßstümpfe bestehenden Defekt von 12 cm zu ersetzen. Der Radialpuls trat wieder auf, die Schmerzen verschwanden, Kälte und Zyanose der Hand verwandelte sich in normale Wärme und Färbung. Der Erfolg ist um so bemerkenswerter, als die Operation erst 7 Monate nach der Verletzung vorgenommen werden konnte.

Auch ein ähnlicher von mir operierter Fall verlief erfolgreich, obgleich die Verletzung 6 Monate zurücklag.

31jähriger Soldat M. 9. 5. 17 durch Granatsplitter am rechten Oberarm verwundet. Bei der Einlieferung am 30. 10. 1917 findet sich an der Innenseite des rechten Oberarmes, etwas unterhalb der Mitte eine erbsengroße, gut verschiebliche Narbe, auf der Vorderseite desselben im unteren Drittel eine 6 cm lange Narbe. Vollständige Ulnarislähmung. Radialpuls vollkommen aufgehoben. Die Haut der unteren Hälfte des Unterarmes und der Hand ist kalt und weiß mit zyanotischen Flecken.

Operation am 6. 11. 1917. Freilegung der Arteria brachialis am Oberarm. Dabei ergibt sich, daß dieselbe vollständig durchschossen gewesen ist und einen Defekt von 8 cm zwischen den vernarbten Enden aufweist. Nach Anfrischung der Arterienstümpfe besteht ein 10 cm langer Defekt, in welchen ein entsprechend langes Stück der Vena saphena magna mittels Gefäßnaht eingefügt wird. Zur Vermeidung von Thrombenbildung wird das Venenstück vor der Einpflanzung mit 2%iger Natriumcitricum-Lösung durchgespritzt. Nach Aufhebung der künstlichen Blutleere füllt sich die Vene sofort prall und der vorher fehlende Puls an der Art. radialis ist deutlich fühlbar. Über das Transplantat wird zuerst die Faszie, dann die Haut vollständig vernäht.

Am nächsten Tage ist die Hand nicht mehr blaß, sondern von normaler Farbe und Wärme. Der Puls an der Radialis hat sich bis jetzt ohne Veränderung gut erhalten, und zwar läßt sich deutlich nachweisen, daß der Blutstrom durch das transplantierte Gefäßstück hindurch und nicht durch Kollateralen hindurchgeht, denn der Druck auf die Gegend des Transplantates hebt sofort, wie oberhalb und unterhalb desselben, den Puls auf.

Für seitliche Gefäßlücken bei ausgebildeten Aneurysmasäcken hat Küttner eine besondere Art von Gefäßplastik angewendet, indem er zu beiden Seiten des Defektes, unmittelbar am Defektrande gestielte Lappen aus der Sackwand bildete und türflügelartig über dem Wanddefekt verschloß.

Für große Defekte der Carotis communis machte E. Rehn nach Leichenversuchen den Vorschlag, die Carotis externa zur Wiederher-

stellung der Bahn zu benutzen. Nachdem der periphere Stumpf der Carotis communis geschlossen ist, wird die Carotis externa entsprechend hoch oben durchtrennt und gleichsam gestielt an der Teilungsstelle zur interna heruntergeklappt und mit dem zentralen Stumpf der Carotis communis vereinigt.

Einen ähnlichen Vorschlag für die Carotis hatte schon A. Hoffmann gemacht, nachdem es ihm gelungen war, in ganz entsprechender Weise einen großen Defekt der Art. poplitea nach idealer Operation eines Schußaneurysmas zu überbrücken. Bei dieser Operation wurde der periphere Stumpf der Art. popl. verschlossen, sodann die Art. tib. post. vor Abgang der Art. peronea durchtrennt und das beweglich gemachte Stück der Art. tib. post. nach oben geklappt mit dem zentralen Stumpf der Art. poplitea ringförmig vernäht. Auf diese Weise blieb der Kreislauf auf dem Wege der Art. tib. ant. erhalten.

Die wichtigsten Defekte sind damit im vorstehenden beschrieben, soweit sie sich von allgemeineren Gesichtspunkten aus betrachten lassen. Eine Schilderung der einfachen Hautdefekte ist absichtlich unterlassen worden, da ihre Deckung durch gestielte Plastik aus der Nähe oder aus entfernten Körpergegenden oder durch ungestielte Hauttransplantationen als allgemein bekannt vorausgesetzt werden darf, im übrigen aber bei der Gesichtsplastik besondere Einzelheiten Erwähnung finden. Nur auf den Ersatz der Fingernägel aus den Zehen sei noch verwiesen (Fig. 235). Noch viele Defektoperationen ließen sich aus dem Gebiete der speziellen Chirurgie zusammenstellen, doch ist einesteils für viele, wie z. B. für den Ersatz der Harnröhre, der Speiseröhre, den plastischen Verschluß des Kehlkopfes, schon früher der Beweis des Gelingens und des dauernden Erfolges gebracht worden, andernteils richten sich die hier nötigen Operationen bei Schußverletzungen ganz nach den Verhältnissen des einzelnen Falles.

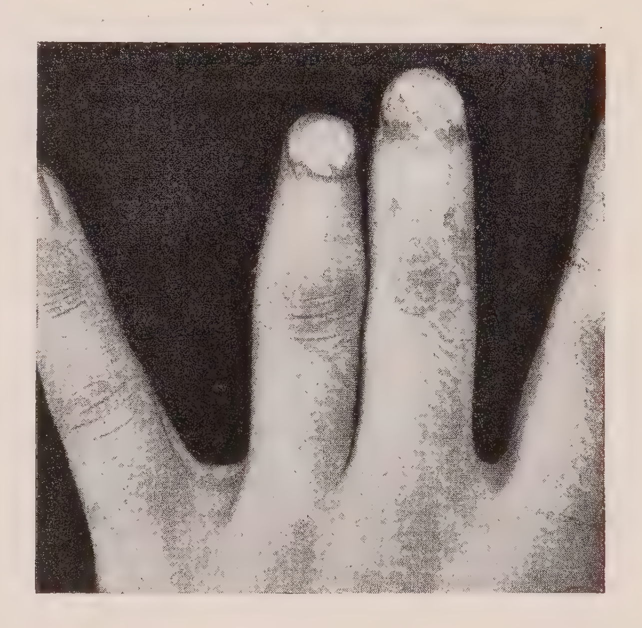


Fig. 235. Nagelersatz. Am 3. Finger ist der Nagel der 2. Zehe samt der ganzen Kuppe (nach Nicoladoni), am 4. Finger der der 3. Zehe samt Nagelbett und Umgebung angeheilt. Die Nägel haben sich nach 8 Wochen zur Hälfte neu gebildet.

Literaturverzeichnis.

1. Knochendefekte.

Albee, Meine Verwendung der Knochentransplantation. Zeitschr. f. orthop. Chirurgie, Bd. 35, 1915, S. 112, s. S. 129.

Axhausen, Die pathologisch-anatomischen Grundlagen der Lehre von der freien Knochentransplantation beim Menschen und beim Tier. Med. Klinik 1908, 2. Beiheft.

—, Histologische Untersuchungen über Knochentransplantation am Menschen. Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 91, 1908, S. 388.

—, Die histologischen und klinischen Gesetze der freien Osteoplastik. Arch. f. klin. Chir., Bd. 88, 1909, S. 23.

—, Kritische Bemerkungen und neue Beiträge zur freien Knochentransplantation. Arch. f. klin. Chir., Bd. 94, 1911, S. 241.

—, Zur Technik der Schädelplastik. Arch. f. klin. Chir., Bd. 107, 1916, S. 551.

Bardenheuer, Über Unter- und Oberkieferresektion (Haut-Periost-Knochenlappen aus der Stirn, Stiel vor dem Ohr). Chirurg. Kongreß-Verhandl. 1892, II, S. 123.

Barth, Über Osteoplastik. Chir. Kongreß-Verhandl. 1908, II, S. 154.

Brun, Die chirurgische Behandlung der Pseudarthrosen. Zentralbl. f. Chir., 1917, S. 969.

Danziger, Zur Deckung von Schädeldefekten. Zentralbl. f. Chir. 1918, S. 429.

Dehler, Zur Heilung traumatischer Schädeldefekte nach Müller-König. Arch. f. klin. Chir., Bd. 65, 1902, S. 170.

Eden, Zur Operation der habituellen Schulterluxation unter Mitteilung eines neuen Verfahrens bei Abriß am inneren Pfannenrande. Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 144, 1918, S. 269.

v. Ertl, Die Chirurgie der Gesichts- und Kieferdefekte. Urban und Schwarzenberg 1918.

Esser, Operativer Ersatz der Mittelhand nebst 4 Fingern. Beitr. z. klin. Chir., Bd. 108, 1917, S. 244.

Garrè, Niederrheinische Gesellschaft f. Natur- und Heilkunde Bonn, 22. 7. 1907.

Göbell, Zum osteoplastischen Ersatz von angeborenen und erworbenen Unterkieferdefekten. Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 123, 1913, S. 144.

Guleke, Über Schädelplastik nach Kopfschüssen. Samml. klin. Vorträge 1917, Nr. 740.

—, Über das Schicksal bei Schädelplastiken verpflanzter Gewebe. Beitr. z. klin. Chir., Bd. 107, 1917, S. 503.

Heller, Beitrag zur Methodik der Unterkieferresektion. Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 92, 1908, S. 263.

Henschen, Subaponeurotische Deckung großer Schädeldefekte mit gewölbten Hornschalen. Beitrag z. klin. Chir., Bd. 99, 1916, S. 559.

Kirschner, Die künstliche Verlängerung von Beinen, die nach Frakturen, namentlich nach Schußfrakturen mit starker Verkürzung geheilt sind. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 100, 1916, S. 329.

Klapp und Schröder, Die Unterkieferschußbrüche, Berlin 1917, S. 140.

Krause, Unterkieferplastik. Zentralbl. f. Chir. 1904, S. 767.

—, Lehrbuch der chirurgischen Operationen, 1914, S. 304.

Küttner, Die freie Autoplastik vom Schädel selbst zur Deckung von Schädeldefekten. Deutsche med. Wochenschr. 1916, S. 341.

—, Die Transplantation aus dem Affen und ihre Dauererfolge. Münchener med. Wochenschrift 1917, S. 1449.

Lexer, Die Verwendung der freien Knochenplastik. Chirurg. Kongreß-Verhandl. 1908, II, S. 188.

Lexer, Blutige Vereinigung von Knochenbrüchen. Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 133, 1915, S. 170.
—, Gesichtsplastik, Kieferverletzungen. Beitr. z. klin. Chirurgie, Bd. 101, 1916, S. 233.
—, Die Behandlung der Pseudarthrosen nach Knochenschüssen. Med. Klinik 1918, Nr. 20 und Archiv f. orthopäd. u. Unfall-Chirurgie, Bd. 16, 1818. Aussprache zu dem Vortrage, S. 305—320.
—, Schädeldefekte. Münch. med. Wochenschr. 1912, S. 1686.
—, Ebenda 1913, S. 612.
—, Ebenda 1916, S. 978.
Lindemann, Über die Beseitigung der traumatischen Defekte der Gesichtsknochen. Bruhns Ergebnisse aus dem Düsseldorfer Lazarett, Wiesbaden 1916, S. 243.
Nieden, Die freie Knochenplastik zum Ersatz von knöchernen Defekten des Schädels mit und ohne gleichzeitigen Duraersatz. Arch. f. klin. Chir., Bd. 108, 1917, S. 281.
Nieny, Beitrag zur Frage der Schädel- und Duraplastik. Zentralbl. f. Chir. 1916, S. 119.
Payr, Über osteoplastischen Ersatz nach Kieferresektion. Zentralbl. f. Chir. 1908, Nr. 16.
Pichler, Über Knochenplastik am Unterkiefer. Arch. f. klin. Chir., Bd. 108, 1917, S. 695.
Röpke, Zur Frage der Deckung von Schädeldefekten. Zentralbl. f. Chir. 1912, S. 1192.
W. Rosenthal, Die Kriegsverletzungen des Gesichts. Ergebnisse der Chir. und Orthopädie, Bd. 10, 1918, S. 329.
Rydigier, Zum osteoplastischen Ersatz nach Kieferresektion. Zentralbl. f. Chir. 1908, S. 1321.
Schmieden, Ersatz von Unterkieferdefekten. Chir. Kongreß-Verhandl. 1913, I, S. 131.
Schönborn, Knöcherner Ersatz eines großen traumatischen Schädeldefektes nach der Methode von König. Chir. Kongreß-Verhandl. 1891, II, S. 225.
Seydel, Eine neue Methode, große Knochendefekte am Schädel zu decken. Zentralbl. f. Chir. 1889, S. 209.
Simin, Ein Fall von Deckung eines Schädeldefektes mittels Periost-Knochenlappens aus der Tibia nach Seydel. Zentralbl. f. Chir. 1900, S. 1332.
Streißler, Der gegenwärtige Stand unserer klinischen Erfahrungen über die Transplantation lebenden menschlichen Knochens. Beitr. z. klin. Chir., Bd. 71, 1910, S. 1.
Sykoff, Zur Frage der Knochenplastik am Unterkiefer. Zentralbl. f. Chir. 1900, S. 881.
Vorschütz, Klinische Beiträge zur Frage der freien Knochentransplantation bei Defekten des Unterkiefers. Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 111, 1911, S. 591.
Wildt, Über partielle Unterkieferresektion mit Bildung einer natürlichen Prothese durch Knochentransplantation (gestielter Knochen-Muskellappen am Unterkieferrand). Zentralbl. f. Chir. 1896, S. 1177.
Wölfler, Unterkieferdefektersatz. Chir. Kongreß-Verhandlungen 1892, I, S. 69.
Wrede, Schiefgeheilte Oberschenkelbolzung. Münch. med. Wochenschr. 1916, S. 978.

2. Gelenkdefekte.

Küttner, Die Transplantation aus dem Affen und ihre Dauererfolge. Münch. med. Wochenschr. 1917, S. 1449.
Lexer, Gelenktransplantation. Med. Klinik 1908, Nr. 22, Chir. Kongreß-Verhandl. 1909, II, S. 398.
Oehlecker, Über Gelenktransplantation an den Fingern, insbesondere nach Schußverletzungen. Zentralbl. f. Chir. 1916, S. 441.

3. Sehnendefekte.

Kirschner, Über freie Sehnen- und Faszientransplantation. Beitr. z. klin. Chir., Bd. 65, 1909, S. 472.
W. Müller, Freie Sehnentransplantation. Chir. Kongreß-Verhandl. 1913, I, S. 133.
Lexer, Freie Sehnenplastik. Chir. Kongreß-Verhandl. 1912, II, S. 76.

E. Rehn, Freie Sehnenverpflanzung. Chir. Kongreß-Verhandl. 1909, I, S. 253 und 1913, I, S. 129.

4. Muskeldefekte.

Eden, Über freie Muskeltransplantation. Med.-Naturwissenschaftl. Gesellschaft zu Jena, Dezember 1917.

Fischer, Über Nachbehandlung der Kriegsverletzungen, besonders durch Sehnenplastiken. Münch. med. Wochenschr. 1915, S. 1770.

Lengfellner und Frohse, Die operative Behandlung der Deltoideuslähmung. Med. Klinik 1909, S. 1270.

E. Schmidt, Muskelplastiken. Beitr. z. klin. Chir., Bd. 98, 1916, S. 759.

Vulpius und Stoffel, Orthopädische Operationslehre, Enke, Stuttgart 1913.

Wrede, Freie Muskeltransplantation. Chir. Kongreß-Verhandl. 1912, I, S. 49.

5. Nervendefekte.

Ansinn, Faszienimplantation bei Radialis- und Peroneuslähmung. Beitr. z. klin. Chir., Bd. 105, 1917, S. 587.

Berblinger, Die Regeneration der Achsenzylinder. Beitr. z. path. Anatomie, Bd. 64, 1918, S. 226.

Bethe, Zwei neue Methoden der Überbrückung größerer Nervenlücken. Deutsche med. Wochenschr. 1917, S. 1277.

Bielschowsky und Unger, Die Überbrückung großer Nervenlücken. Journal für Psychologie und Neurologie, Bd. 22, 1917, S. 267.

Borchard, Prinzipielles zur Chirurgie der peripheren Nerven. Beitr. z. klin. Chir., Bd. 91, 1914, S. 634.

Eden, Zur Technik der Nervennaht. Zentralbl. f. Chir. 1916, Nr. 29.

—, Sind zur Überbrückung von Nervendefekten die Verfahren der Tubulisation und der Nerventransplantation zu empfehlen? Zentralbl. f. Chir. 1917, Nr. 7.

—, Untersuchungen über die spontane Wiedervereinigung durchtrennter Nerven im strömenden Blut und im leeren Gefäßrohr. Arch. f. klin. Chir., Bd. 108, 1917, S. 344.

Enderlen und Knauer, Zur Nervenpfropfung. Münchener med. Wochenschr. 1915, S. 1693.

Enderlen und Lobenhoffer, Zur Überbrückung von Nervendefekten. Münch. med. Wochenschr. 1917, S. 225.

Erlacher, Einpflanzung des Nerven in den Muskel und muskuläre Neurotisation. Chir. Kongreß-Verhandl. 1914, I, S. 194.

—, Anatomische und funktionelle Gesichtspunkte bei Lähmungsoperationen. Zeitschr. f. orthop. Chirurgie, Bd. 36, 1917, S. 399.

Forßmann, Über die Ursachen, welche die Wachstumrichtung der peripheren Nervenfasern bei der Regeneration bestimmen. Zieglers Beitr. zur path. Anatomie, Bd. 24, 1898, S. 56.

—, Zur Kenntnis des Neurotropismus. Beitr. z. pathol. Anatomie, Bd. 27, 1900, S. 407.

—, Nervenüberbrückung zwischen den Enden abgeschnittener Nerven zur Beförderung der Regeneration. Deutsche med. Wochenschr. 1917, S. 1263.

Förster, Die Schußverletzungen der peripheren Nerven und ihre Behandlung. Zeitschrift für orthop. Chirurgie, Bd. 36, 1917, S. 310.

Gluck s. Tillmanns.

Haberland, Die direkte Einpflanzung des Nervus hypoglossus in die Gesichtsmuskulatur bei Fazialislähmung. Zentralbl. f. Chir. 1916, S. 74.

v. Hacker s. Heineke.

Hayward, Periphere Pfropfung des Musculocutaneus in den Medianus bei Plexusschußverletzung. Zentralbl. f. Chir. 1917, S. 263.

Heineke, Die Einpflanzung des Nerven in den Muskel. Chir. Kongreß-Verhandl. 1914, II, S. 342.

Henle, Über Kriegsverletzungen der peripheren Nerven. Arch. f. klin. Chir., Bd. 79, 1906, S. 1070.

Hohmann, Die Indikation zur Sehnenverpflanzung und ihre Anwendung bei Schußlähmungen peripherer Nerven. Münch. med. Wochenschr. 1918, S. 1349.

Hohmann und Spielmeyer, Zur Kritik des Edingerschen und des Betheschen Verfahrens der Überbrückung größerer Nervenlücken. Münch. med. Wochenschr. 1917, S. 97.

Ingebrigsten, Experimentelle Untersuchungen über freie Transplantation peripherer Nerven. Zentralbl. f. Chir. 1916, S. 864.

Lexer, Zur Gesichtsplastik. Chir. Kongreß-Verhandl. 1910, II, S. 193 (Fazialislähmung).

Meisel, Mittelrheinischer Chirurgentag. Beitr. z. klin. Chir., Bd. 98, 1916, S. 758.

Moszkowicz, Überbrückung von Nervendefekten durch gestielte Muskellappen. Münch. med. Wochenschr. 1917, S. 755.

E. Müller, Über die Ausnutzung der Dehnbarkeit des Nerven durch temporäre Verkoppelung bei großen Defekten zum Zweck der Nervennaht. Beitr. z. klin. Chir., Bd. 105, 1917, S. 651.

Kornelius Müller, Der plastische Ersatz der Interossealmuskulatur der Hand durch den Extensor digitorum communis. Münch. med. Wochenschr. 1915, S. 935.

Nußbaum, Sehnenplastik bei Ulnarislähmung. Zentralbl. f. Chir. 1916, S. 978.

Perthes, Supravaginale Sehnentransplantation bei irreparabler Radialislähmung. Zentralbl. f. Chir. 1917, S. 717.

—, Die Schußverletzungen der peripheren Nerven. Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie, Bd. 36, 1917, S. 400.

—, Über Sehnenoperationen bei irreparabler Radialislähmung. Beitr. z. klin. Chir., Bd. 113, 1918, S. 289.

Powers, The bridging of nerve defects. Annals of surgery 1904.

Robson, A case in which the spinal cord of a rabbit was sucessfully used as a graft in the median nerve of a man. British med. Journal 1896, II, S. 1312.

Rosenthal, Über muskuläre Neurotisation bei Fazialislähmung. Zentralbl. f. Chir. 1916, S. 489.

—, Die Kriegsverletzungen des Gesichts. Ergebnisse der Chir. und Orthopädie, Bd. 10, 1918, S. 427.

alomon, Erfahrungen und Erfolge bei operativer Behandlung von Schußverletzungen peripherer Nerven. Arch. f. klin. Chir., Bd. 109, 1917, S. 150.

Johann Ernst Schmidt, Über Nervenplastik. Münch. med. Wochenschr. 1917, S. 1024.

Spielmeyer, Über Regeneration peripherer Nerven. Zeitschr. f. d. ges. Neurologie und Psychiatrie, Bd. 36, 1917, S. 421.

—, Erfolge der Nervennaht. Münch. med. Wochenschr. 1918, S. 1039.

Spitzy, Hand- und Fingerplastiken. 14. Orthopäd. Kongreß Wien 1918.

Steinthal, Zur Nervennaht. Beitr. z. klin. Chir., Bd. 98, 1916, S. 741.

Stoffel, Über die Schicksale der Nervenverletzten, besonders der Nervenoperierten. Münch. med. Wochenschr. 1917, S. 1515.

Stracker, Zu den Überbrückungsversuchen von Nervendefekten. Zentralbl. f. Chir., 1916, S. 985.

—, Die histologische Struktur ausgeschnittener Narben peripherer Nerven. Mitteilungen aus den Grenzgebieten, Bd. 29, 1917, S. 641.

Thöle, Kriegsverletzungen peripherer Nerven. Beitr. z. klin. Chir., Bd. 98, 1916, S. 131.

Tillmanns, Über die operative Behandlung von Substanzverlusten an peripheren Nerven. Arch. f. klin. Chir., Bd. 32, 1885, S. 923.

Wexberg, Kriegsverletzungen der peripheren Nerven. Zeitschr. f. d. ges. Neurologie und Psychiatrie, Bd. 36, 1917, S. 345.

Wittek, Operative Behandlung der Ulnarisklauenhand. Zentralbl. f. Chir. 1918, S. 789.

Wollenberg, Nervenverlagerung. Zentralbl. f. Chir. 1916, S. 642.

Wrede, Nervenverlagerung zur Erzwingung einer direkten Nervennaht. Zentralbl. f. Chir. 1916, S. 529.

6. Gefäßdefekte.

Hirschmann, Venenimplantation zur Beseitigung der Ischämie nach Gefäßabschuß. Zentralbl. f. Chir. 1917, S. 239.

A. Hoffmann, Arterienplastik nach Arterienresektion. Zentralbl. f. Chir. 1916, S. 981.

Küttner, Gefäßplastiken. Münch. med. Wochenschr. 1916, S. 721.

Lexer, Die ideale Operation des arteriellen und des arteriell-venösen Aneurysma. Chir. Kongreß-Verhandl. 1907, II, S. 215.

—, Gefäßtransplantation. Ebenda 1912, I, S. 132.

—, Die Operation der Gefäßverletzungen und der traumatischen Aneurysmen, zugleich Beitrag zur Freilegung der Subklavia-Aneurysmen. Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 135, 1916, S. 439.

—, Dauererfolg eines Arterienersatzes durch Venenautoplastik nach 5 Jahren. Zentralbl. f. Chir. 1917, S. 569.

E. Rehn, Zur Gefäßchirurgie im Felde. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 112, 1918, S. 535.

Warthmüller, Über die bisherigen Erfolge der Gefäßtransplantation am Menschen. I.-D. Jena, 1917.



G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.









